



UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial

“Implementação de um Programa de Fiabilidade na frota
de uma Companhia Aérea”

Por

Virgínia Sofia Ferreira Justino

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em
“Engenharia e Gestão Industrial”

Orientador: Prof. José Mendonça Dias

Lisboa

(2009)

Dedicatórias

À minha família e amigos

Agradecimentos

Esta dissertação representa o término de mais uma das etapas da minha vida. Uma etapa que nem sempre foi fácil de atravessar, e com ajuda e incentivo de algumas pessoas, foi possível chegar ao fim de mais uma batalha. E por isso, torna-se muito importante para mim agradecer a todas as pessoas que contribuíram para este sucesso.

Assim, começo por agradecer ao meu orientador da Faculdade de Ciências e Tecnologia, o Professor José António Mendonça Dias, no que diz respeito à orientação científica deste trabalho. Agradeço o compromisso assumido e toda a disponibilidade que teve para com o meu trabalho.

Agradeço à minha orientadora na companhia aérea, Engenheira Teresa Gomes Carreira Alves, pelo acompanhamento durante o meu estágio na companhia, e por ter partilhado todo o seu conhecimento em prol do desenvolvimento da Fiabilidade na indústria da aviação.

Agradeço também à própria companhia, *White Airways S.A.*, a oportunidade de estágio dada, a qual se tornou fundamental para realizar esta dissertação.

Agradeço ao Professor José Manuel Mota Lourenço da Saúde, pelas sugestões dadas aquando da argumentação da dissertação, pois contribuíram para melhorar o meu trabalho e chegar a esta versão final.

Agradeço à minha família pela oportunidade que me proporcionaram de estudar, e sem a qual teria sido impossível realizar este objectivo de vida.

Por fim, mas não com menos importância, agradeço aos meus amigos e todas as pessoas que directa ou indirectamente contribuíram para realizar este trabalho que tanto desejei conceber.

Bem hajam todos vós!

Sumário

O presente trabalho pretendeu implementar um Programa de Fiabilidade numa companhia aérea, que até há pouco tempo tinha este serviço subcontratado a outra empresa. Assim, o meu desafio foi libertar a companhia aérea de um subcontrato que lhe trazia obstáculos a nível de fluxo de informação e custos elevados.

O programa de fiabilidade consistiu basicamente no estudo dos processos e metodologias a usar para o estudo da fiabilidade, na elaboração de um manual interno da empresa (Manual de Fiabilidade), e na elaboração de relatórios mensais de fiabilidade da frota. Para os relatórios mensais foram recolhidos dados sobre o desempenho e indicadores das aeronaves num histórico de 12 meses.

Este programa de fiabilidade além de ser obrigatório no que diz respeito à legislação, vai permitir estudar o desempenho das aeronaves, contribuindo para a segurança das operações das mesmas.

O programa de fiabilidade apresentado permite contribuir para a implementação de um programa de fiabilidade em qualquer companhia aérea, independentemente do tamanho da frota.

Relativamente ao manual de fiabilidade elaborado, este encontra-se neste momento nas autoridades aeronáuticas portuguesas (INAC) para aprovação.

Summary

The present work is intended to implement a Reliability Program of an airline, which until recently had this service subcontracted to another company. So, my challenge was to release the airline from a subcontract that brought it obstacles to the information flow and high costs.

The reliability program had mostly consisted on the study of processes and methodologies, that should be used on the reliability analysis, in the development of an internal company manual (Reliability Manual), and the elaboration of monthly fleet reliability reports. For the monthly reports, was collected data from a 12 months history about the performance and aircraft's indicators.

This reliability program although being required concerning the legislation, will allow studying the aircraft performance, contributing to the safety of the aircrafts operations.

The presented reliability program contributes to the implementation of a reliability program in any airline, regardless of the size of the fleet.

Regarding the reliability manual here elaborated, at the moment it is in approval process on the Portuguese Authorities, INAC.

Acrónimos

AC – *Aircraft*;
Aeronave

AD – *Airworthiness Directive*;
Directiva de Navegabilidade

ADOS – *Aircraft Days Out of Service*;
Dias da aeronave fora de serviço

AOG – *Aircraft On Ground*;

AOT – *All Operator Telex*;

AOW – *All Operator Wire*;

APU – *Auxiliary Power Unit*;
Unidade Auxiliar de Potência

ATC – *Air Traffic Control*;
Controlo de Tráfego Aéreo

CM – *Condition Monitoring*;

CMP - *Configuration, Maintenance and Procedures Document*;

CMR - *Certification Manufacturer Requirement*;

CSI – *Cycles Since Installation*;

DDI – *Deferred Defect Items*;
Anomalias Pendentes

DP – Desvio Padrão;

DY – *Delay*;
Atraso

EASA – *European Aviation Safety Agency*;
Agência Europeia de Segurança na Aviação

ECM – *Engine Condition Monitoring*;

ETOPS – *Extended-range Twin-engine Operational Performance Standards*;

GPIAA – Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves;

FC – *Flight Cycles*;
Ciclos de voo

FH – *Flight Hours*;
Horas de voo

GCF – Grupo de Controlo de Fiabilidade;

HF – *High Frequency*;
Alta frequência

HT – *Hard-Time*;

IATA – *International Air Transport Association*;
Associação Internacional de Transporte Aéreo

ICAO – *International Civil Aviation Organization*;
Organização da Aviação Civil Internacional

IFSD - *In-flight shutdown*;
Falha de motor em voo

INAC – Instituto Nacional de Aviação Civil;

JAA – *Joint Aviation Authorities*;

LLP – *Life Limited Part*;

LRU – *Line Replacement Unit*;
Unidade de substituição em Linha

MAREP – *Maintenance Report*;
Queixa reportadas pela Manutenção

MPD – *Maintenance Planning Document*;

MRB – *Maintenance Review Board*;

MSG – *Maintenance Steering Group*;

MSN – *Manufacturer Serial Number*;

MEL – *Minimum Equipment List*;
Lista de equipamento mínimo (do operador aprovada pela entidade aeronáutica reguladora)

MMEL – *Master Minimum Equipment List*;
Lista de equipamento mínimo (elaborada pelo fabricante)

MPD – *Maintenance Planning Document*;

MTBF – *Mean Time Between Failures*;

MTBUR – *Mean Time Between Unscheduled Removals*;

OC – *On-Condition*;

OI – *Operational Interruptions*;

OR – *Occurance Reports*;

PIREP – *Pilot Report*;
Queixa reportadas pelos Pilotos

PF – Programa de Fiabilidade;

PMA – Programa de Manutenção da Aeronave;

P/N – *Part Number*;

QPA – *Quantity Per Aircraft*;

RVSM – *Reduced Vertical Separation Minimum*;

SAFA – *Safety Assessment of Foreign Aircraft*;

S/N – *Serial Number*;

SB - *Service Bulletin*;

SIL – *Service Information Letter*;

SL – *Service Letter*;

TMA – Técnico de Manutenção de Aeronaves;

T/O – *Take-Off*;

TSI – *Time Since Installation*;

Glossário

Aeródromo alternativo adequado

Aeródromo disponível, que preenche os requisitos necessários face ao desempenho de aterragem de classe e tipo de aeronave e está equipado com instalações e serviços, incluindo controlo de tráfego aéreo, iluminação, comunicações, informação meteorológica, ajudas de navegação rádio, busca e salvamento e possui, no mínimo, um procedimento de aproximação por instrumentos.

Aeronave

É qualquer máquina que consiga uma sustentação na atmosfera devido às reacções do ar, reacções essas que não sejam as reacções do ar contra a superfície da terra.

Aeronavegabilidade

Define-se como aeronavegabilidade, o estudo que se faz da aeronave de modo a mantê-la navegável, em condições de segurança máxima e ao mínimo custo possível, tendo sempre em conta as suas limitações enquanto máquina e as limitações impostas pelos fabricantes e entidades aeronáuticas.

Aircraft On Ground

Significa que a aeronave está no chão, devido a problemas que a impossibilitam de voar.

Bird strikes

Bird strike é um termo utilizado quando ocorre uma colisão entre uma aeronave e um animal voador (normalmente aves ou morcegos). É uma ameaça à segurança de voo pois tais colisões podem causar acidentes aéreos.

Caderneta de Cabine

Caderneta existente a bordo das aeronaves (localizada normalmente na cabine) onde se registam informações/anomalias de cabine (que podem ou não ser de carácter técnico).

Caderneta Técnica

Caderneta existente a bordo das aeronaves (localizada normalmente no *cockpit*) onde se registam informações/queixas da aeronave de carácter técnico.

CAT II/III

Autorização especial concedida às aeronaves para aproximação e aterragem de precisão com instrumentos, em condições atmosféricas adversas; para a operação CAT II/III a aeronave tem de estar certificada para tal, bem como a operadora.

Check

Designa-se por *check* toda e qualquer inspecção grande, efectuada a uma aeronave.

Componente

É qualquer motor, propulsor/hélice, peça ou equipamento.

ETOPS

Operações efectuadas numa rota em que qualquer ponto da mesma diste mais de 60 minutos a um aeródromo alternativo à velocidade de cruzeiro com um motor inoperativo e em condições atmosfera padrão. Para uma operação ETOPS, têm de estar certificadas a aeronave e a operadora aérea.

Falha

É a incapacidade de um item operar dentro das orientações definidas.

Falha Humana

É a incapacidade de realizar uma determinada tarefa (ou em alternativa, o desempenho de uma acção incorrecta), que pode resultar na interrupção das operações programadas ou danos materiais ou no equipamento.

Fiabilidade

A probabilidade de um item desempenhar a sua função de forma satisfatória, dentro de um determinado período de tempo, e nas condições especificadas.

Flight Cycles

Cada aterragem da aeronave é contabilizada como sendo um ciclo efectuado.

Flight Hours

Contabilização das horas que a aeronave está a voar (desde o momento em que descola até ao momento em que aterra).

Hard-landing

É um termo para descrever uma aterragem muito dura, forçada, com um impacto da aeronave no chão e velocidade da mesma maior do que o normal.

In-flight shutdown

É uma situação em que o(s) motor(es) cessa(m) o funcionamento por influência interna, externa ou por iniciativa da tripulação.

Inspeção

É a observação qualitativa e/ou quantitativa da condição de um item ou do seu desempenho.

Lightning strikes

É o termo comum denominado “relâmpagos”; estes são descargas eléctricas provocadas por raios, normalmente durante tempestades.

Manutenção

Pode ser definida como a inspecção, o *overhaul*, a reparação, a preservação, modificação e/ou a substituição de avarias da aeronave ou componentes.

Manutenção Correctiva

É a reparação ou manutenção não programada, para devolver ao item o seu estado normal de funcionamento, devido ao reporte de falhas por parte da manutenção ou outros.

Manutenção Preventiva

A Manutenção Preventiva é uma manutenção efectuada a intervalos de tempo pré-determinados, ou de acordo com critérios prescritos, com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento do bem.

Modo de Falha

É a maneira pela qual é verificada a incapacidade de um bem para cumprir uma função requerida.

Operacionalidade

O grau de facilidade ou dificuldade com que pode ser restaurado a um item a sua condição de trabalho.

Overhaul

É a revisão geral ao componente.

Part-Number

É o código de identificação de um tipo de item/componente/kit atribuído pelo fabricante, fornecedor ou código *standard* da indústria.

Pessoal de manutenção

Técnicos de manutenção de aeronaves (certificadores ou não), e outro pessoal de suporte à manutenção da aeronave.

Redundância

A existência de mais de uma forma de desempenhar a mesma função.

RVSM

Autorização especial concedida a uma aeronave para que esta possa voar com uma distância de 1000 *ft* (*feet*) da aeronave imediatamente acima e/ou abaixo. Para a operação RVSM a aeronave tem de estar certificada assim como a operadora aérea.

Serial-Number

É um código de identificação de um item em específico, em que, juntamente com o P/N, identifica de forma única um item.

Shop visit

É a entrada em oficina para uma revisão geral, reparação ou outra acção de manutenção. Este termo é principalmente utilizado quando os motores entram em oficina.

Sistema

Um sistema é um conjunto de componentes concebidos para trabalhar em conjunto e desempenhar de forma eficiente uma determinada função.

Sistema Significativo ETOPS

É um sistema da aeronave (incluindo sistema de propulsão, a falha ou mau funcionamento do mesmo) que possa afectar negativamente a segurança de um voo ETOPS, ou a continuação de um voo seguro e aterragem da aeronave durante um desvio de um voo ETOPS.

Troubleshooting

É uma forma de resolução de problemas mais frequente aplicada a reparação de itens que falharam. É uma busca lógica e sistemática da origem do problema para que ele possa ser resolvido e voltar a estar operacional.

Unidade de potência auxiliar (APU)

Motor de turbina instalado na aeronave, usado como fonte de potência eléctrica e pneumática.

Vida Útil

É o tempo em que um item opera.

Índice Geral

| | |
|--|----------|
| Capítulo 1 – Introdução | 1 |
| 1.1. Enquadramento do Estudo..... | 1 |
| 1.2. Objectivo do Estudo | 2 |
| 1.3. Organização do Estudo..... | 2 |
| Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica..... | 4 |
| 2.1. A evolução da manutenção na aviação..... | 4 |
| 2.2. A indústria da aviação | 4 |
| 2.3. A razão da Manutenção | 5 |
| 2.3.1. O papel do Engenheiro | 6 |
| 2.3.2. O papel do Mecânico..... | 6 |
| 2.4. Tipos de Manutenção..... | 7 |
| 2.4.1. Nível de perfeição..... | 8 |
| 2.4.2. Padrões de Taxas de Falhas | 9 |
| 2.5. Conceitos de Gestão da Manutenção..... | 10 |
| 2.6. Gestão da Aeronavegabilidade | 13 |
| 2.6.1. Programa de Manutenção de Aeronaves | 16 |
| 2.6.1.1. O desenvolvimento do Programa de Manutenção..... | 16 |
| 2.6.1.2. A evolução MSG (<i>Maintenance Steering Group</i>)..... | 18 |
| 2.6.1.2.1. Manutenção orientada para o processo..... | 18 |
| 2.6.1.2.2. Manutenção orientada para a tarefa..... | 19 |
| 2.6.1.3. Os Intervalos das tarefas de manutenção..... | 21 |
| 2.6.1.4. Avaliação de alterações no programa de manutenção..... | 22 |
| 2.6.2. Operações Especiais | 23 |
| 2.6.2.1. ETOPS | 23 |
| 2.6.2.2. RVSM..... | 23 |
| 2.6.2.3. CAT II/III | 23 |
| 2.6.3. Modificações não obrigatórias | 24 |
| 2.6.4. Factores Humanos | 24 |
| 2.7. Fiabilidade | 26 |
| 2.7.1 Tipos de Fiabilidade | 28 |
| 2.7.1.1. Fiabilidade Estatística..... | 28 |

| | |
|--|-----------|
| 2.7.1.2. Fiabilidade Histórica | 30 |
| 2.7.1.3. Fiabilidade orientada para eventos | 31 |
| 2.7.1.4. <i>Dispatch Reliability</i> | 31 |
| Capítulo 3 – Criação do Programa de Fiabilidade..... | 33 |
| 3.1. Estabelecimento do Programa de Fiabilidade | 34 |
| 3.2. Elementos do Programa de Fiabilidade | 37 |
| 3.2.1. Recolha de dados | 37 |
| 3.2.2. Recolha de Dados abrangendo as Operações Especiais | 40 |
| 3.2.3. Fontes de Informação | 41 |
| 3.2.4. Registos das Fontes de Informação | 44 |
| 3.2.4. Definição do nível de alerta..... | 45 |
| 3.2.5. Leitura do estado de alerta..... | 50 |
| 3.2.6. Exibição e Análise dos dados | 51 |
| 3.2.7. Acções correctivas | 55 |
| 3.2.8. Análise <i>follow-up</i> | 55 |
| 3.2.9. Comunicação dos dados | 56 |
| 3.3. Grupo de Controlo da Fiabilidade | 57 |
| 3.4. Outras funções do Programa de Fiabilidade..... | 58 |
| 3.5. O Manual de Fiabilidade | 60 |
| Capítulo 4 – Relatório Mensal de Fiabilidade | 62 |
| 4.1. Constituição da Frota..... | 62 |
| 4.2. Constituição do Relatório | 63 |
| 4.2.1. Estatísticas Gerais..... | 63 |
| 4.2.2. <i>Occurance Reports</i> | 64 |
| 4.2.3. Remoção de componentes | 65 |
| 4.2.5. Remoção de motores/APU | 66 |
| 4.2.6. Relatório ETOPS | 66 |
| 4.3. Apresentação e análise do Relatório Mensal de Fiabilidade | 67 |
| 4.3.1. Estatísticas Gerais..... | 67 |
| 4.3.2. <i>Occurance Reports</i> | 79 |
| 4.3.3. Remoção de componentes (Nível 1 e Nível 2)..... | 81 |
| 4.3.5. Remoção de motores/APU | 84 |

| | |
|--|------------|
| 4.3.6. Relatório ETOPS | 84 |
| Capítulo 5 – Conclusões e Sugestões | 86 |
| Capítulo 6 – Bibliografia..... | 89 |
| Capítulo 7 – Apêndices..... | 91 |
| Apêndice A – ATA – Classificação dos Sistemas da Aeronave | 91 |
| Apêndice B – Manutenção de sistemas e componentes | 94 |
| Apêndice C – Acções de Manutenção | 99 |
| Apêndice D – Fluxograma do estudo de fiabilidade na <i>White Airways</i> | 100 |
| Capítulo 8 – Anexos..... | 103 |
| Anexo I – IP DME 39 | 104 |
| Anexo II – Manual de Fiabilidade da <i>White Airways</i> | 107 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 2.1 - A diferença entre a teoria e a prática | 7 |
| Figura 2.2 - Restauração da perfeição do sistema | 8 |
| Figura 2.3 - Padrões de taxas de falhas | 9 |
| Figura 2.4 - Esquema representativo da Gestão da Continuidade da Aeronavegabilidade | 13 |
| Figura 2.5 - Ciclo de alterações propostas e a sua influência na indústria aeronáutica | 22 |
| Figura 2.6 - Método 1 de cálculo do nível de alerta | 29 |
| Figura 2.7 - Método 2 de cálculo do nível de alerta..... | 29 |
| Figura 2.8 - Histórico anual de taxa de eventos | 30 |
| Figura 3.1 - Taxa da <i>Reliability Dispatch</i> (Exemplo 1) | 35 |
| Figura 3.2 - Taxa da <i>Reliability Dispatch</i> (Exemplo 2) | 35 |
| Figura 3.3 - Dois tipos de dispersão de dados | 47 |
| Figura 3.4 - Relação entre a área e o Desvio Padrão da Distribuição Normal | 48 |
| Figura 3.5 - Leitura do estado de alerta | 50 |
| Figura 3.6 - Fluxograma de tarefas básicas | 60 |
| Figura 4.1 - Representação gráfica das Taxas das Interrupções Operacionais da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho | 73 |

| | |
|---|----|
| Figura 4.2 - Representação gráfica da taxa PIREP e do UCL (ATA 21) | 76 |
| Figura 4.3 - Representação gráfica da taxa MAREP e do UCL (ATA 21) | 77 |
| Figura 4.4 - Legenda dos componentes afectos às operações especiais | 82 |
| Figura 4.5 - Análise da saída excessiva de um componente | 83 |

Índice de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 2.1 - Códigos de atrasos | 27 |
| Tabela 3.1 - Queixas de Pilotos (PIREPS) per 100 T/O (por capítulo ATA)..... | 53 |
| Tabela 4.1 - Identificação das aeronaves da companhia aérea <i>White Airways</i> | 62 |
| Tabela 4.2 - Constituição do relatório mensal de fiabilidade | 63 |
| Tabela 4.3 – FH da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho | 67 |
| Tabela 4.4 – T/O da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho..... | 68 |
| Tabela 4.5 - Voos ETOPS da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho | 68 |
| Tabela 4.6 - Atrasos da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho..... | 69 |
| Tabela 4.7 - Cancelamentos da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho | 70 |
| Tabela 4.8 - Descrição das Interrupções Operacionais da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho..... | 71 |
| Tabela 4.9 - Taxa de Interrupções Operacionais da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho | 72 |
| Tabela 4.10 - Total queixas PIREP & MAREP da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho | 74 |
| Tabela 4.11 - Cálculo das taxas de queixas PIREP & MAREP por cada 100 T/O | 75 |
| Tabela 4.12 - Cálculo da média das taxas de queixas PIREP & MAREP..... | 75 |
| Tabela 4.13 - Cálculo do desvio padrão das taxas de queixas PIREP & MAREP | 76 |
| Tabela 4.14 - Cálculo dos Níveis de Alerta (UCL) | 76 |
| Tabela 4.15 - Anomalias pendentes da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho | 78 |
| Tabela 4.16 - Legenda da Classificação MEL..... | 78 |
| Tabela 4.17 - ADOS da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho..... | 79 |
| Tabela 4.18 - Substituições de aeronaves da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho..... | 79 |
| Tabela 4.19 - Descrição dos <i>Occurance Reports</i> - Substituições de aeronaves da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho | 80 |

| | |
|--|----|
| Tabela 4.20 - Taxa de <i>Occurance Report</i> da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho..... | 81 |
| Tabela 4.21 - Remoção de Componentes da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho..... | 82 |
| Tabela 4.22 - Remoção de motor da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho | 84 |
| Tabela 4.23 - Informação ETOPS da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho | 85 |
| Tabela 4.24 - Voos ETOPS efectuados pela Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho | 85 |

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento do Estudo

Este estudo mostra como se implementa um programa de fiabilidade numa companhia aérea, e explica quais as consequências e vantagens dessa implementação. O estudo do desempenho de uma frota é importante na medida em que esse desempenho é útil para fazer as alterações necessárias de forma a otimizar ao máximo o programa de manutenção de aeronaves.

Apesar de o estudo da fiabilidade de uma frota permitir estudar o desempenho da mesma, neste caso específico, devido à natureza confidencial dos dados, o objectivo desta dissertação prende-se mais propriamente com o método de implementação e todos os requisitos a ter em conta (inclusive a forma de análise e melhoria do desempenho das aeronaves) e não com o estudo do desempenho das aeronaves da companhia aérea.

Por isso, todos os dados apresentados no capítulo do relatório mensal de fiabilidade são dados fictícios, apenas para permitir exemplificar *como* se recolhe, *que* dados se recolhe, e *como* se analisam.

A companhia aérea em questão trata-se da *White Airways*, que é uma operadora de transporte aéreo não regular, de passageiros e carga, isto é, uma operadora *charter*. A companhia possui 6 aeronaves *Airbus*.

A recolha de dados para elaborar o relatório mensal de fiabilidade foi efectuada do histórico de 12 meses de todas as aeronaves, pois para cada tipo de aeronave (A310, A319 e A320) se elabora um relatório.

1.2. Objectivo do Estudo

O estudo apresentado tem como objectivo demonstrar como observar o comportamento/desempenho dos sistemas e componentes de uma aeronave, ao longo do tempo em que fazem parte dessa mesma aeronave.

A implementação do estudo de fiabilidade na frota de uma companhia aérea tem particularidades às quais tem de ser dada especial atenção e fazer um estudo específico. Relativamente a essas especificidades, salienta-se como sendo principais as abaixo descritas:

- Nomenclatura;
- Contabilização da utilização da aeronave e seus componentes (em horas, ciclos e datas);
- Características próprias de manutenção da aeronave e componentes;
- Obrigatoriedade do estudo de fiabilidade na aviação comercial.

Deste modo, a fiabilidade numa companhia aérea segue um estudo específico, com uso de metodologias não usuais noutra tipo de indústria.

1.3. Organização do Estudo

De forma a elucidar o leitor das características desta indústria, começar-se-á por fornecer uma visão geral sobre a indústria da aviação, da manutenção na aviação e dos respectivos conceitos adjacentes à fiabilidade na aviação.

É de extrema importância que o leitor se familiarize e entenda todos os conceitos aeronáuticos, senão torna-se morosa a compreensão do objectivo do programa de fiabilidade, pois os conceitos, regras e leis na aviação, são em grande quantidade e de grande especificidade.

De seguida, falar-se-á de forma mais focalizada, do programa de fiabilidade que irá ser implementado, isto é, os elementos constituintes do programa, das funções do programa e

por fim, do manual de fiabilidade. Aqui serão dadas todas as directrizes para a implementação do programa de fiabilidade em qualquer companhia.

Por fim, apresentar-se-á um relatório exemplo, onde se indicará de forma focalizada as fontes de informação necessárias e a forma gráfica de apresentação de resultados.

Devido à sua grande extensão, o manual de fiabilidade elaborado para a companhia *White Airways*, encontra-se em anexo. Este encontra-se escrito de forma bilingue, pois é procedimento da empresa possuir todos os documentos internos escritos na língua mãe e na língua inglesa.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A evolução da manutenção na aviação

Antigamente, a manutenção realizada nos aviões era limitada. As tarefas de manutenção realizadas nas aeronaves eram apenas as que surgiam como necessárias para corrigir algumas avarias/sintomas que ocorressem. Outra característica dessa manutenção, era que os aviões precisavam de muitas horas de manutenção por cada hora de voo (Kinnison, 2004).

As grandes manutenções consistiam em realizar um *overhaul* a quase tudo. Apesar dos sistemas/aeronaves serem bastante mais simples ao início, os custos de manutenção eram muito superiores. Com o aumento da complexidade das aeronaves e dos seus sistemas ao longo dos anos, esses custos tornaram-se mais equilibrados.

Mas hoje em dia a manutenção é mais sofisticada. Os aviões são projectados para garantir a segurança, aeronavegabilidade e manutibilidade, e é ainda elaborado um programa de manutenção detalhado, que é desenhado ao longo de todos os novos modelos, ou derivados de modelos já existentes (Kinnison, 2004).

Este programa de manutenção inicial pode ser moldado por cada companhia aérea de modo a adaptar à natureza das suas operações. Isto assegura operações aeronavegáveis sob quaisquer circunstâncias.

2.2. A indústria da aviação

A indústria da aviação comercial tem se tornado cada vez mais exigente, e os custos de manutenção e o controlo da fiabilidade são factores chave para o sucesso da companhia aérea (AIRBUS, Maintenance Cost and Reliability Control, 2009).

A indústria da aviação não é como qualquer outro modelo de transporte. Uma aeronave não se pode “encostar à beira da estrada à espera de um reboque”, sempre que ocorre um problema. Na aviação, os regulamentos aeronáuticos exigem certos requisitos de manutenção antes de deixar um avião voar, pois os aviões estão sujeitos a situações muitos

extremas, tais como, altas temperaturas (derivadas dos motores) e baixas temperaturas (devido à grande altitude) (Kinnison, 2004).

Na aviação existe um grupo cujo objectivo é manter a aviação uma actividade segura, eficiente e ao mesmo tempo agradável. Esse grupo é constituído por:

- Fabricantes de aeronaves;
- Fabricantes dos equipamentos e sistemas de bordo;
- Companhias aéreas;
- Associações empresariais;
- Entidades aeronáuticas;
- Tripulações;
- Pessoal de Manutenção.

Todos trabalham em conjunto para assegurar a segurança dos aviões, desde o seu *design* e respectivos sistemas, até ao desenvolvimento de programas de manutenção e modificações, durante toda a vida do avião.

O trabalho em equipa e a troca de *feedback* a todos os níveis e em todas as direcções, permite à indústria da aviação uma melhoria contínua dos sistemas e até dos serviços ao público.

A indústria da aviação foi uma das primeiras a aplicar o conceito de “melhoria contínua”, antes de este conceito se tornar popular e comum, como nos dias de hoje (Kinnison, 2004).

2.3. A razão da Manutenção

O objectivo da manutenção é atingir a perfeição. A dificuldade está nos factores que dificultam esse propósito, como a entropia do sistema. A Fiabilidade está relacionada com esta perfeição. Quanto maior a perfeição, maior a Fiabilidade.

Podem distinguir-se dois papéis importantes e distintos na manutenção: o papel da Engenharia e o papel da Mecânica (Kinnison, 2004).

2.3.1. O papel do Engenheiro

O *design* dos sistemas e componentes não está limitado pelas imperfeições do mundo (isto é, a natural entropia do sistema), está também limitado pelo número de restrições feitas pelo homem. O *design* está sempre limitado por vários factores que muitas vezes faz com que os sistemas não sejam desenhados com a melhor perfeição possível, por exemplo, por razões económicas. E assim, são desenhados com menos tolerâncias, materiais mais económicos e mais entropia. Mais entropia por vezes é sinónima de mais manutenção.

2.3.2. O papel do Mecânico

Por sua vez, os mecânicos têm outro desafio. Apesar de os sistemas serem desenhados/criados na sua perfeição máxima, estes vão se degradando com o uso e outros com a falta de uso.

A má utilização da aeronave, pode também levar à degradação ou deterioração prematura dos seus sistemas. Esta situação representa um aumento de entropia no sistema.

Assim, enquanto o trabalho de um engenheiro é minimizar a entropia do sistema durante a sua concepção, a do mecânico (em conjunto com o engenheiro), é combater o seu natural aumento de entropia durante a sua vida de funcionamento.

2.4. Tipos de Manutenção

No início, aquando do *design* de um avião, os *designers* desenham o sistema o mais perfeito possível.

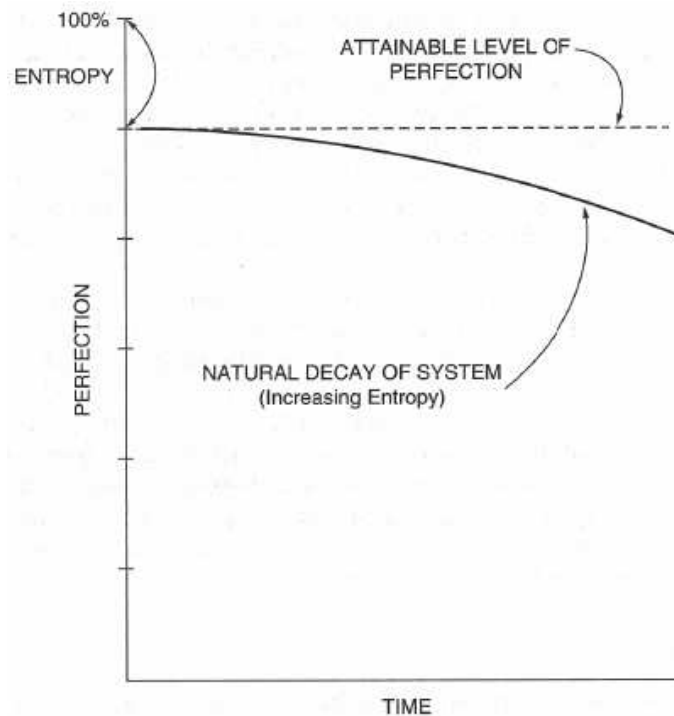


Figura 2.1 - A diferença entre a teoria e a prática (Fonte: Kinnison, 2004)

A figura 2.1 mostra um gráfico com a natural degradação do sistema ao longo do tempo. Quando a deterioração do sistema chega a um certo nível, é necessária uma acção correctiva para o sistema repor um determinado nível de perfeição. Acções essas tais como ajustamentos ou serviços de manutenção que restaurem as condições iniciais do sistema. Isto torna-se necessário para não permitir que a deterioração do sistema suba para níveis anormais, mantendo-o assim em condições operacionais. Este tipo de manutenção é chamada manutenção programada. Esta programação pode ser feita tendo como base o calendário, X horas de voo, ou X ciclos (Kinnison, 2004).

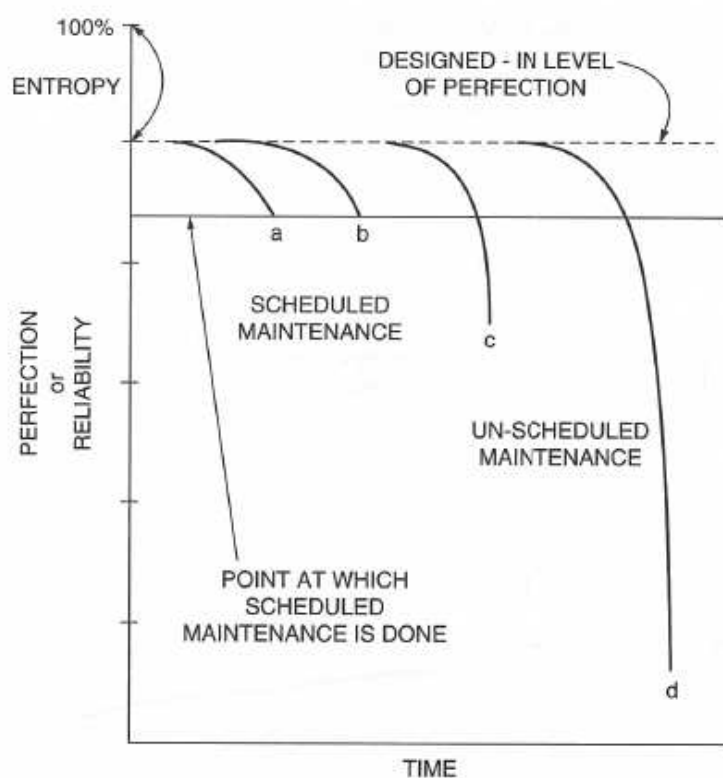


Figura 2.2 - Restauração da perfeição do sistema (Fonte: Kinnison, 2004)

Este gráfico mostra-nos quando as condições do sistema são restauradas para um nível normal (curvas a e b). Mas por vezes, o sistema deteriora-se mais rapidamente e então o nível de perfeição desce mais (curva c). Noutros casos, a sistema decompõe-se por completo (curva d). Nestes casos, a manutenção necessária para o restauro é mais complexa e definitiva, como por exemplo, testes mais extensos e completos, ajustamentos, e muitas vezes, a substituição, renovação ou completo *overhaul* dos componentes. Quando isto ocorre a intervalos imprevisíveis, a manutenção é denominada **manutenção não programada** (Kinnison, 2004).

2.4.1. Nível de perfeição

O nível de perfeição a que nos referimos é considerado a fiabilidade do sistema. O nível de perfeição com que os sistemas são desenhados é a própria fiabilidade dos sistemas. Nenhuma “quantidade” de manutenção pode ser executada para aumentar a fiabilidade do

sistema mais do que a que lhe é inerente. No entanto, é desejável para a operadora aérea manter esse nível de fiabilidade (o inerente).

Associado a esse melhoramento, está o *re-design*. O *re-design* das aeronaves e/ou dos seus sistemas, logicamente que influencia o melhoramento da Fiabilidade, pois reduzem a entropia do sistema. O problema destas alterações é os grandes custos que lhes estão associados, pois tratam-se de acções bastante dispendiosas.

2.4.2. Padrões de Taxas de Falhas

Nem todos os componentes e sistemas avariam com a mesma taxa de falhas, nem exibem o mesmo padrão de falhas ou desgaste. Assim, o tipo de manutenção efectuado em cada componente e sistema está relacionado com a taxa de falhas e padrões de falhas dos mesmos. (Kinnison, 2004)




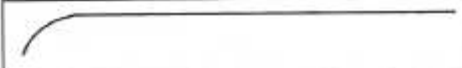


| | |
|---|--|
|  | A. Infant mortality; constant or slightly rising failure rate; definite wear-out period (4%) |
|  | B. No infant mortality; slightly rising failure rate; definite wear-out period (2%) |
|  | C. No infant mortality; slightly rising rate; no definite wear-out period (5%) |
|  | D. Increasing failure rate at outset; constant or slightly rising rate; no definite wear-out period (7%) |
|  | E. No infant mortality; constant failure rate throughout life; no definite wear-out period (14%) |
|  | F. Infant mortality; constant failure rate throughout life; no definite wear-out period (68%) |

Figura 2.3 - Padrões de taxas de falhas (Fonte: Kinnison, 2004)

Nos gráficos apresentados, o eixo dos xx representa o tempo, e o eixo dos yy representa a taxa de falhas.

Um estudo feito pela *United Airlines* demonstrou que existem 6 tipos de padrões de falhas. As duas mais comuns (E e F) mostram que a taxa de falhas diminui com a idade antes de entrar num período de falhas aleatório, que representa 82% dos itens (Kumar, 2000).

Segundo Kinnison (2004), apenas 11% dos itens têm limites de tempo de operação ou estão sujeitos a uma inspeção periódica das condições (condições de desgaste). Os restantes 89% não. Ou seja, o tempo de falha ou deterioração dentro de determinados níveis de utilização, apenas pode ser previsto em 11% dos itens (A, B e C). Os restantes 89% (D, E e F) requerem outro procedimento (Kinnison, 2004).

A implicação desta diferença é que os componentes com vida limitada e/ou períodos de desgaste, estão sujeitos a uma manutenção programada. Eles não “recebem” manutenção ou são substituídos ao mesmo tempo, no entanto, são tarefas planeadas. Essas tarefas de manutenção podem ser repartidas ao longo do tempo disponível, para evitar períodos de pico de carga de trabalho.

Os restantes 89% operam até falhar, antes da substituição ou reparação ser feita. Sendo então imprevisíveis estas falhas, dá lugar à manutenção não programada. Estas características de falha fazem com que seja necessária uma abordagem de manutenção de uma forma sistemática, para reduzir os períodos de pico de manutenção não programada (Kinnison, 2004).

2.5. Conceitos de Gestão da Manutenção

A indústria da aviação desenvolveu três tipos de gestão da manutenção para os itens que operam até falhar, antes de a manutenção ser efectuada. Estes são equipamentos redundantes, unidades substituíveis em linha e requisitos mínimos de despacho de aeronaves.

O conceito de redundância de componentes/sistemas é muito comum no *design* de sistemas nos quais se necessita de alto nível de fiabilidade. Um sistema redundante num avião, são por exemplo, os rádios de alta frequência (HF). Apenas um deles é necessário para comunicar, mas o segundo rádio serve de reforço para o caso do 1º avariar. A característica única de unidades redundantes afecta também os requisitos de manutenção. Se tanto o instrumento primário como o secundário são usados durante o voo, então os pilotos saberão quando alguns deles avariarem, e assim não é necessária nenhuma manutenção prévia para testar a incapacidade do mesmo. Mas se por outro lado, nenhum deles é usado em voo, então o pessoal de manutenção deverá testar ambos os instrumentos

para verificar o seu funcionamento. Mas normalmente apenas um dos sistemas é testado (normalmente o de *backup*) para verificar o seu correcto funcionamento. Se for programada uma tarefa de manutenção para testar o principal (o primário) então a tripulação técnica também terá positiva indicação sobre o funcionamento deste. Se o primário avariar em voo, assim sabe-se que o instrumento secundário estará viável para utilizar. O objectivo desta combinação é o de encontrar um meio-termo entre o quanto os instrumentos são usados e quanta manutenção é necessária para garantir o correcto funcionamento dos mesmos. Em alguns casos, quando o instrumento primário falha, este é automaticamente trocado pelo secundário (Kinnison, 2004).

O segundo conceito comum usado na aviação é o de Unidades Substituídas em Linha (*Line Replacement Unit – LRU*). Um LRU é um componente/sistema desenhado de tal forma que, as partes que mais falham, podem ser rapidamente removidas e substituídas. Isto permite que o sistema fique apto para funcionar rapidamente sem que se atrase em manutenção.

O terceiro e último conceito para minimizar os atrasos em manutenção é a *Minimum Equipment List – MEL*. Esta lista permite que o avião voe com determinados sistemas/componentes inoperativos (as chamadas “anomalias pendentes”) que não afectem a segurança e operação do avião. Estas anomalias são estabelecidas pelo fabricante e aprovadas pelas entidades regulamentadoras durante o *design* e teste da aeronave.

O MEL serve para não ter de interromper a missão do avião sempre que surge uma anomalia destas. No entanto, estas anomalias têm um prazo para serem corrigidas. Esses prazos estão estipulados no MEL. Esses prazos são classificados por 4 categorias: A, B, C ou D. A categoria A depende do que estiver estipulado sobre a avaria no MEL; a categoria B significa que a anomalia tem um prazo máximo de resolução de 3 dias; a categoria C significa que a anomalia tem um prazo máximo de resolução de 10 dias; e a categoria D significa que a anomalia tem um prazo máximo de resolução de 120 dias. Portanto, os prazos de resolução das anomalias dependem da própria anomalia e da sua influência no funcionamento do sistema.

O MEL é um contributo muito importante para a fiabilidade, e representa uma forma das operadoras aéreas reduzirem significativamente custos operacionais (AIRBUS, Maintenance Cost and Reliability Control, 2009).

Assim, apesar destes sistemas muito complexos avariarem aleatoriamente, e por vezes em situações inoportunas, estes 3 conceitos de gestão ajudam bastante a aliviar a carga de trabalho e a reduzir as interrupções para manutenção (Kinnison, 2004).

2.6. Gestão da Aeronavegabilidade

Actualmente, nunca operadora aérea a gestão de manutenção é designada por “Gestão da Continuidade da Aeronavegabilidade”.

Define-se como “Continuidade da Aeronavegabilidade” ao conjunto de procedimentos e normas definidos para uma aeronave de modo a que o seu estado enquanto máquina aeronavegável seja um processo possível e contínuo.

Estes procedimentos e normas passam pela definição de “o que fazer”, “como fazer”, “quando fazer” e “onde fazer”, tendo sempre em conta as limitações impostas pelos fabricantes e entidades aeronáuticas.

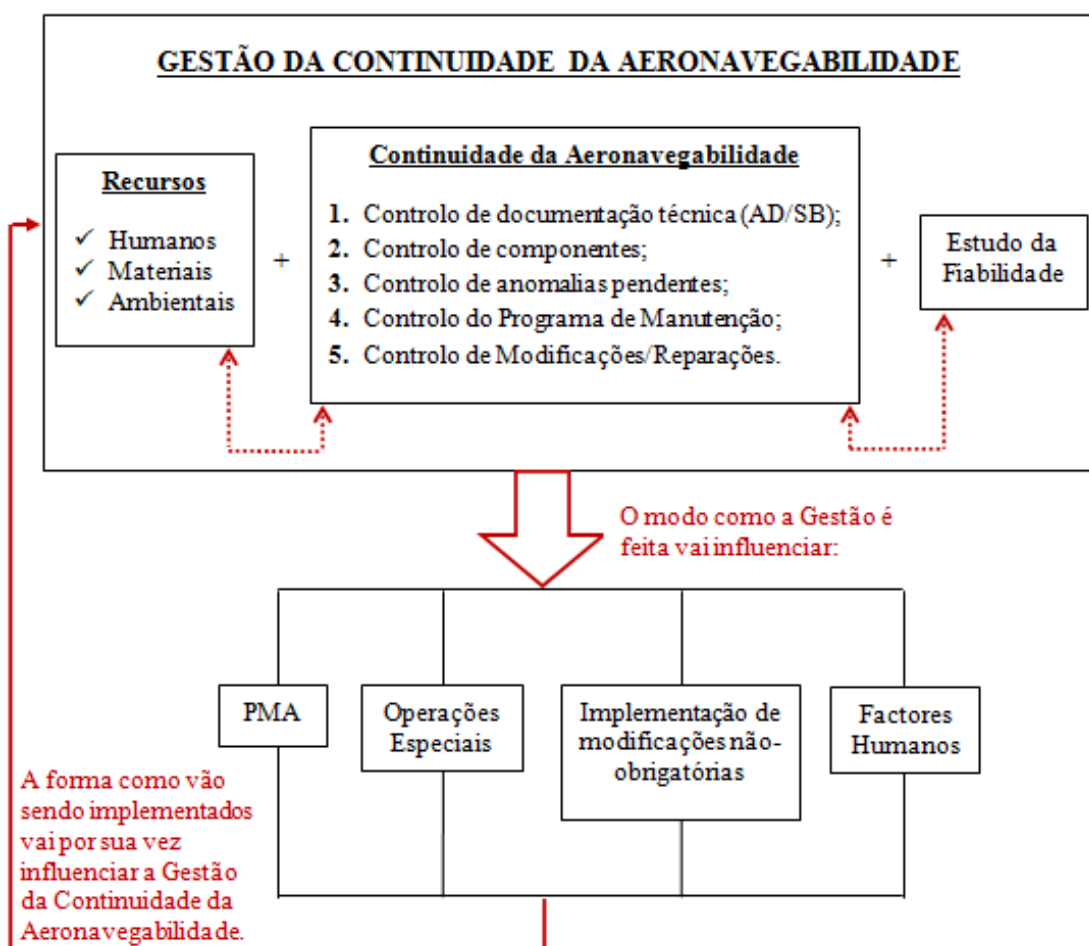


Figura 2.4 - Esquema representativo da Gestão da Continuidade da Aeronavegabilidade

A gestão da continuidade da aeronavegabilidade é um conjunto de processos e sub-processos que possibilitam o desenvolvimento dos pontos atrás descritos.

A gestão da continuidade de aeronavegabilidade define também os meios humanos, materiais e ambientais, de suporte aos processos que lhe estão inerentes.

O estudo da fiabilidade é uma poderosa ferramenta que fornece *inputs*, a todo o estudo de continuidade de aeronavegabilidade e que pode até fazer com que seja revisto a forma como os cinco itens apresentados são controlados, e nalguns casos, como a gestão de aeronavegabilidade é executada.

De seguida, explica-se de forma sucinta cada um dos cinco itens da Continuidade da Aeronavegabilidade.

1. Além das acções comuns que devem ser efectuadas para manter uma aeronave navegável, por vezes é necessário intervir com medidas excepcionais. Se a autoridade aeronáutica revela uma condição de insegurança numa aeronave, isto é, num determinado sistema ou componente nele instalado, e onde essa anomalia tenha potencial para se desenvolver em todas as aeronaves do mesmo tipo, então a entidade aeronáutica desenvolve uma Directiva de Navegabilidade (*Airworthiness Directive*). Este é um documento que revela acções mandatórias que têm de ser realizadas na aeronave para restabelecer um nível de segurança aceitável (Florio, 2006).
2. O controlo de componentes é efectuado consoante o tipo de manutenção de cada um. Os rotáveis são todos os componentes que se podem retirar do avião e voltar a colocar. Estes têm igualmente um programa de manutenção ou vida limitada pré-definida pelo fabricante. No apêndice B encontra-se mais informação sobre a manutenção de sistemas e componentes.
3. As aeronaves podem voar com anomalias, no entanto, essas anomalias têm um período de tempo para ser corrigidas. Esses períodos de tempo são definidos pelo fabricante, e por isso este controlo é denominado de controlo de anomalias pendentes.

4. O programa de manutenção consiste na descrição detalhada dos intervalos e tarefas de manutenção que a companhia deve seguir, com o objectivo de manter a aeronave navegável. O programa de manutenção deve ser aprovado pelas Autoridades Aeronáuticas.
5. Uma aeronave ao longo da sua vida vai sofrendo modificações e reparações que podem ser classificadas por:
 - a. *Minor* (pequena dimensão);
 - b. *Major* (grande dimensão).

Seja modificação ou reparação, de classificação *minor* ou *major*, a entidade com a Gestão da Continuidade da Aeronavegabilidade tem de controlar quem projecta, quem faz e obter as devidas aprovações para a execução da modificação ou reparação.

Na aeronave todas as modificações e reparações têm de estar devidamente aprovadas por entidades aeronáuticas e executadas por empresas devidamente certificadas para tal.

Abordam-se nos seguintes capítulos, os pontos onde a monitorização e respectivos resultados da fiabilidade, irão permitir desenvolver melhorias na gestão da manutenção.

A gestão da continuidade da aeronavegabilidade tem também em conta as operações especiais a que a aeronave está certificada para operar (ver capítulo 2.6.2.). Neste tipo de operações, a aeronave está sujeita a mais regras quanto maior for a complexidade da operação.

Apesar de os pontos 1 a 5 serem igualmente importantes, de seguida dar-se-á maior ênfase ao PMA, visto este ser o documento base do fabricante para a continuidade de aeronavegabilidade de uma aeronave.

2.6.1. Programa de Manutenção de Aeronaves

A manutenção programada é muito importante para manter a fiabilidade da aeronave. Como os componentes têm várias formas de avariar e diferentes taxas de avarias, torna-se essencial um programa de manutenção preventiva, senão iria crescer a manutenção correctiva, e com esta, os custos (Kinnison, 2004).

Mas a grande dificuldade está nos componentes e sistemas que não possuem uma vida limitada ou um desgaste mensurável. Apesar de alguns componentes se adequarem aos 3 conceitos referidos no capítulo 2.5, existem os restantes que não se aplicam a nenhum desses 3 conceitos.

Como esses conceitos existem para facilitar na programação de tarefas de manutenção, a existência de componentes que não se incluem nestes conceitos dificulta essa mesma programação. Acrescendo a isto, existem ainda as inspecções e/ou modificações das aeronaves, com tempos limitados definidos, que as entidades reguladoras e os fabricantes sugerem às companhias aéreas.

Assim, é necessário que a Engenharia e Manutenção esteja de tal forma organizada que insira correctamente e dentro dos prazos estipulados, estas alterações das quais são informados.

2.6.1.1. O desenvolvimento do Programa de Manutenção

Os programas de manutenção usados nos dias de hoje, na aviação comercial, foram desenvolvidos pela própria indústria, usando duas abordagens básicas:

1. Abordagem orientada para o processo;
2. Abordagem orientada para a tarefa.

A diferença entre estes dois métodos é dupla:

- a) A atitude em relação às acções de manutenção;
- b) A forma como as acções de manutenção são determinadas e atribuídas aos componentes e sistemas.

Apesar de recentemente algumas operadoras da indústria da aviação comercial terem adoptado a abordagem orientada para a tarefa no caso dos aviões mais modernos, existem operadoras com aviões mais antigos em serviço cujo programa de manutenção é desenvolvido pela abordagem orientada para o processo.

Recentemente, a companhia *McDonnell-Douglas* (que agora faz parte da companhia *Boeing*) e a *Boeing* desenvolveram um novo programa de manutenção orientado para a tarefa, para alguns desses antigos aviões. As operadoras aéreas possuidoras de tais aeronaves podem adquirir esse novo PMA através do fabricante das mesmas.

A **abordagem de manutenção orientada para o processo** consiste no uso de 3 processos básicos de manutenção para programar as acções de manutenção. Estes processos são:

- *Hard-Time*;
- *On-Condition*;
- *Condition Monitoring*.

O processo *Hard-Time* e o *On-Condition*, são usados para componentes e sistemas que, respectivamente têm tempo de vida limitada ou períodos detectáveis de desgaste (Categoria A, B e C da figura 2.3).

O processo *Condition Monitoring* é usado para monitorizar os sistemas e componentes que não são HT nem OC. Estes itens operam até falhar e as taxas de falhas são controladas para ajudar a prever a falha e/ou prevenção das mesmas (Categoria D, E e F da figura 2.3). Encontra-se em maior detalhe, no apêndice B, cada um destes processos.

A **abordagem da manutenção orientada para a tarefa** usa pré-determinadas tarefas de manutenção para evitar falhas “em serviço”. Equipamentos redundantes são por vezes usados para permitir que as falhas em serviço ocorram sem afectar a segurança e operação da aeronave. Assim, é geralmente implementado um Programa de Fiabilidade para os componentes e sistemas cujas taxas de falhas não são previsíveis e para os que não têm tarefas de manutenção programada (Kinnison, 2004).

2.6.1.2. A evolução MSG (*Maintenance Steering Group*)

A empresa *Boeing* iniciou um moderno programa de manutenção em 1968 com o avião *Boeing 747*. Com a grande evolução de aeronaves, tornou-se essencial a mesma evolução nos programas de manutenção. Este processo envolveu essencialmente 6 grupos industriais (IWG – *Industry Working Groups*):

- a) Estruturas;
- b) Sistemas mecânicos;
- c) Motores e APU;
- d) Sistemas eléctricos e aviónicos;
- e) Controlos de voo e hidráulicos;
- f) Zona (Kinnison, 2004).

Cada grupo era responsável pelo desenvolvimento do inicial programa de manutenção, através de diversas informações, nomeadamente a operação de cada sistema, modos de falha, efeitos da falha e as suas causas. Esta análise foi realizada através de árvores lógicas para determinar qual o melhor processo para reparar um item e voltá-lo a colocar em funcionamento. Assim, três processos foram identificados: HT, OC e CM.

Este grupo, denominado *Maintenance Steering Group* (MSG), desenvolveu assim um programa de manutenção tal, que teve óptimos resultados no 747. Assim, o programa foi adaptado para as restantes aeronaves. Foi elaborado um programa menos personalizado que se fosse aplicável a qualquer aeronave. Esse programa mais generalista foi denominado de MSG-2.

A este programa ainda foram feitas algumas alterações, alterações estas que permitiram que o programa fosse utilizado também na Europa, dando assim origem ao EMSG – *European Maintenance Steering Group* (Kinnison, 2004).

2.6.1.2.1. Manutenção orientada para o processo

A manutenção orientada para o processo foi desenvolvida na aviação usando procedimentos de decisão lógica, desenvolvidos pela *Air Transport Association of America* (ATA). O processo MSG-2 é uma abordagem ascendente onde cada unidade

(sistema, componente ou ferramenta) do avião é analisada e atribuída a um dos processos básicos de manutenção, HT, OC ou CM.

De forma generalista, HT significa a remoção de um item num pré-determinado instante, geralmente especificado em *Flight Hours*, *Flight Cycles* ou calendário.

OC significa que o item vai ser examinado a intervalos de tempo específicos (em horas, ciclos ou tempo de calendário) para determinar a sua restante operacionalidade.

CM envolve a monitorização de taxa de falhas, taxa de remoções, etc., para facilitar o planeamento da manutenção (Kinnison, 2004).

2.6.1.2.2. Manutenção orientada para a tarefa

Os programas de manutenção orientados para as tarefas foram criados igualmente pela aviação, usando procedimentos de decisão lógica, desenvolvidos pela ATA. O processo é denominado MSG-3, e é uma versão melhorada do MSG-2. A técnica MSG-3 é uma abordagem à consequência da falha, do qual a análise da falha é conduzida até ao mais alto nível. É usada para identificar adequadas tarefas de manutenção para prevenir falhas e manter o próprio nível de fiabilidade do sistema. Existem três categorias de tarefas desenvolvidas nesta lógica:

- a) Tarefas dos sistemas de fuselagem;
- b) Tarefas de itens estruturais;
- c) Tarefas de zona.

- a) Sob a abordagem do MSG-3, oito tarefas de manutenção foram definidas para os sistemas de fuselagem. Estas tarefas foram atribuídas de acordo com os resultados das análises de decisão e os específicos requisitos do sistema, componentes, etc. Estas são:

- 1. Lubrificação:** o acto de reabastecer óleo, massa lubrificante, e outras substâncias com o objectivo de manter as capacidades inerentes na concepção, reduzindo o atrito e condução de calor (fuga de calor);
- 2. Serviços:** o acto de atender a necessidades básicas dos componentes e sistemas com o objectivo de manter as suas capacidades inerentes na sua concepção;

3. **Inspecção:** a inspecção de um item e compará-lo com normas específicas;
4. **Verificação funcional:** uma verificação quantitativa para determinar se cada função de um dado item se cumpre dentro de limites especificados. Esta verificação pode necessitar de equipamento adicional;
5. **Verificação operacional:** uma tarefa que serve para determinar se o item está a cumprir com a sua função. Esta é uma tarefa “*failure-finding*” e não necessita de tolerâncias quantitativas ou qualquer equipamento adicional;
6. **Inspecção visual:** é uma observação para determinar se o item está a cumprir com a sua função. Esta é uma tarefa “*failure-finding*” e não necessita de tolerâncias quantitativas;
7. **Restauração:** o trabalho necessário para colocar o item a funcionar dentro de determinados parâmetros. Pode passar por limpar o item ou substituir uma única peça ou um completo *overhaul*;
8. **Abate:** retirada de um item no seu limite de vida útil (Kinnison, 2004).

b) Os aviões estão sujeitos a três tipos de deterioração estrutural:

1. **Deterioração ambiental:** A deterioração física de um item devido à sua força ou resistência à falha tem como resultado uma interacção química com o clima ou ambiente. A deterioração ambiental pode ser dependente do tempo;
2. **Danos acidentais:** A deterioração física de um item devido a contacto ou impacto com um objecto ou alguma influência que não faça parte do avião, ou dano resultado de erro humano que ocorreu durante o fabrico, operação da aeronave ou na realização de manutenção;
3. **Danos por fadiga:** O início de fissuras devido a cargas cíclicas e posterior propagação das mesmas (Kinnison, 2004).

A inspecção de estruturas dos aviões para determinar se a deterioração devido ao acima mencionado ocorreu, requer diferentes graus de detalhe. O processo MSG-3 define 3 tipos de técnicas para inspecção de estruturas, que se apresentam seguidamente:

- A. **Inspecção visual geral:** uma inspecção visual que detecta condições insatisfatórias à primeira vista. Este tipo de inspecção pode requerer a abertura ou remoção de portas e painéis de acesso;

B. Inspeção detalhada: é uma inspeção visual mais detalhada de um determinado detalhe, montagem ou instalação. Se for o caso de procurar alguma irregularidade, esta inspeção pode requerer mais luz e, se necessário, espelhos ou lentes, etc. A superfície tem de ser limpa e têm de existir bons acessos;

C. Inspeção especial/detalhada: é muito parecida à técnica anterior, mas com o adicional de requerer técnicas especiais. Nomeadamente, inspeções não destrutivas, incluindo se necessário a desmontagem de certas unidades (Kinnison, 2004).

2.6.1.3. Os Intervalos das tarefas de manutenção

Várias verificações de manutenção foram nomeadas e definidas pelo processo MSG-3, sendo consideradas como padrão. As companhias aéreas, no entanto, podem definir os seus próprios intervalos, desde que mantenham a integridade das tarefas de manutenção originais, ou então, desde que se obtenha aprovação das entidades aeronáuticas.

Por vezes, algumas condições operacionais poderão implicar a necessidade da operadora aérea alterar o programa de manutenção para melhor adequar às necessidades da companhia e para cumprir com os objectivos do Programa de Manutenção. Por exemplo, operações em climas quentes e húmidos podem requerer que as tarefas de controlo de corrosão sejam efectuadas com mais frequência do que é estipulado como *standard*. Por outro lado, as mesmas aeronaves em climas secos e desertos, pode permitir reduzir a frequência dessas mesmas tarefas. No entanto, neste último caso, os componentes e sistemas sensíveis à areia e poeira irão necessitar de maior atenção em termos de programa de manutenção (Kinnison, 2004).

Assim, é esperado que uma operadora aérea necessite alterar alguns intervalos de manutenção. No entanto, para tais alterações são necessárias justificações e provas de melhoria. Essas provas estão na recolha de dados através do programa de fiabilidade.

Consoante um avião envelhece, os intervalos de certas tarefas têm de ser encurtadas enquanto outros são prolongados. Isto faz-nos concluir que a manutenção é um processo dinâmico (Kinnison, 2004).

Os intervalos das tarefas especificadas na documentação do fabricante *Airbus*, fornecem um bom ponto de partida para todas as aeronaves da *Airbus*. Com excepção das tarefas cujos intervalos de manutenção são obrigatórios, a *Airbus* incentiva os operadores a otimizar os intervalos, de forma a ter em conta o ambiente específico de cada operação (AIRBUS, Maintenance Program Evolution, 2009).

2.6.1.4. Avaliação de alterações no programa de manutenção

A avaliação de alterações no programa de manutenção é um dos pontos fulcrais em que a fiabilidade se foca. Tal como já referido anteriormente, poderão surgir necessidades de alterar os intervalos de manutenção de certas tarefas, devido à inutilidade das tarefas ou porque simplesmente deixaram de ser adequadas, ou até devido a melhorias. Assim, esses intervalos podem ser alargados ou limitados, para melhorar o desempenho ou reduzir as falhas em serviço de um dado componente e/ou sistema. Portanto, a recolha de dados por parte da fiabilidade é fundamental para este tipo de acções.

Estas alterações são ainda propostas em reuniões ocasionais entre as companhias aéreas, fabricante e o grupo MSG, para sugerir revisões ao PMA ou até aos documentos emitidos pelos fabricantes tais como o MPD, o CMR, o CMP, o MRB entre outros.

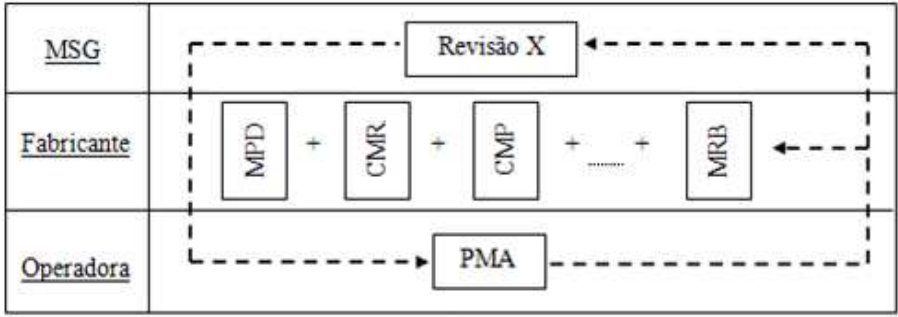


Figura 2.5 - Ciclo de alterações propostas e a sua influência na indústria aeronáutica

Por sua vez, as alterações dos fabricantes e do grupo MSG, têm influência directa nas companhias aéreas que possuem tais aeronaves.

2.6.2. Operações Especiais

2.6.2.1. ETOPS

Pela EASA, AMC 20-6 - *ETOPS Certification and Operation* (2009), a qualidade do programa de manutenção e do programa de fiabilidade têm um grande impacto na fiabilidade do sistema propulsor e fuselagem obrigatórios para as operações ETOPS (sistemas significativos ETOPS); por isso deve ser feita uma avaliação sobre a competência dos mesmos, de forma a manter um nível de fiabilidade satisfatório do sistema propulsor e da fuselagem.

Dado o ETOPS ser uma operação com características especiais, qualquer queixa que surja durante a operação ETOPS, ou afecte a mesma, está sujeita a uma análise mais rigorosa, com vista a assegurar que os níveis de fiabilidade e segurança da operação ETOPS permaneçam nos níveis requeridos, para que a operação seja efectuada em segurança.

2.6.2.2. RVSM

A uma aeronave certificada para voos RVSM, é-lhe permitido voar num corredor aéreo cuja distância do avião imediatamente acima ou abaixo, pode ir até 1.000 ft (*feet*).

Para a Fiabilidade é levado em conta se os equipamentos afectos às operações RVSM estão a sofrer avarias/queixas ou outro tipo de problemas.

No relatório mensal de fiabilidade, os equipamentos/componentes afectos às operações RVSM estão devidamente identificados.

2.6.2.3. CAT II/III

O objectivo das operações CAT II/III é fornecer um nível de segurança quando se aterra em condições de baixa visibilidade. CAT II/III constitui a parte principal de todas as condições atmosféricas, que também consiste em CAT I, descolagem, estacionamento e condições de baixa visibilidade (AIRBUS, 2001).

Embora CAT II/III represente um investimento significativo para uma companhia aérea, é a forma mais eficaz de que uma companhia aérea tem de manter a sua programação, durante todo o ano, sem desvios devido ao tempo. Esses custos acabam por compensar, pois os desvios e compensações a passageiros acabariam por sair mais caro ao operador, assim como a degradação da imagem da companhia aérea (AIRBUS, 2001).

Assim, um programa de fiabilidade deve ser desenvolvido para acompanhar, monitorizar e controlar o estado operacional da aeronave em operações CAT II/III e para atingir o melhor desempenho possível do mesmo.

2.6.3. Modificações não obrigatórias

A decisão sobre o executar uma modificação não-obrigatória numa aeronave requer sempre um estudo por parte da operadora da relação custo *versus* benefício, de realizar essa mesma modificação.

O estudo de fiabilidade dá excelentes *inputs* para a relação custo *versus* benefício, ou mesmo “aconselha” a realização de uma modificação para benefícios de desempenho de um componente ou sistema de aeronave.

2.6.4. Factores Humanos

A manutenção lida com todos os tipos de sistemas e o elemento humano é tão importante como qualquer um. Quando é que o desempenho humano da manutenção é apenas parte do problema; as instalações em que trabalham e o equipamento, processos e procedimentos que utilizam, são todos assuntos das acções humanas e consequentemente do erro humano. E os erros não são sempre devido à mecânica. Existem diversas áreas da manutenção que contribuem para o erro humano (Kinnison, 2004).

O estudo da fiabilidade implicitamente também serve para alertar sobre problemas que à primeira vista podem parecer problemas de foro material, mas que se revelam ser devido a falhas humanas.

Deste modo, talvez não directamente o estudo de fiabilidade, mas sim as conclusões que se possam tirar desse estudo, podem ser fundamentais para detectar problemas inerentes a factores humanos.

2.7. Fiabilidade

A fiabilidade é um conceito com muitos significados e conotações. Ninguém contesta a necessidade de os itens terem de ser fiáveis (O'Connor, 2003). A Fiabilidade pode ser definida como a probabilidade de um item cumprir com a sua função, em condições específicas, sem falhar, durante um específico intervalo de tempo (O'Connor, 2003).

Mas a fiabilidade pode também ser pensada como segurança ou estabilidade. Um sistema ou componente é “fiável” se se puder esperar um desempenho confiável (Kinnison, 2004).

Este é um campo muito importante e em crescimento em todas as áreas, pois fornece ferramentas teóricas e práticas onde a probabilidade e capacidades dos sistemas desempenharem as suas funções pode ser definida, prevista, testada e demonstrada, servindo esses resultados para os restantes departamentos da organização, para melhorias e acções correctivas necessárias (Kececioglu, 2002).

Mas o significado que realmente nos interessa, é o que tem significado especial para a aviação, manutenção e engenharia.

Existem dois tipos de abordagem ao conceito de fiabilidade na indústria da aviação. Uma foca essencialmente toda a operação da companhia ou da “Manutenção e Engenharia” como um todo, e a outra foca-se no programa de manutenção em particular. São ambas correctas mas diferentes entre si, cuja diferença é importante perceber (Kinnison, 2004).

A primeira abordagem é olhar para a fiabilidade da companhia no seu global. Esta é medida essencialmente pela *Dispatch Reliability*, que reflecte o desempenho com que a companhia aérea garante que os passageiros partem no tempo definido e chegam ao seu destino sem atrasos nem interrupções de voo.

As razões para esses atrasos são categorizadas como: manutenção, operações de voo, controlo de tráfego aéreo (ATC), etc., e são registadas em conformidade. Mas para a manutenção e engenharia, apenas interessam os atrasos causados pela manutenção, que se apresentam na tabela seguinte.

Tabela 2.1 - Códigos de atrasos (Fonte: IATA - Aircraft Movement Control AHM 730, 2009)

| <i>Technical and Aircraft Equipment</i> | | |
|---|-------------------|---|
| <i>Numeric</i> | <i>Alphabetic</i> | <i>Description</i> |
| 41 | TD | <i>Aircraft Defects</i> |
| 42 | TM | <i>Scheduled Maintenance, late release</i> |
| 43 | TN | <i>Non-Scheduled Maintenance, special checks and/or additional Works beyond normal maintenance Schedule</i> |
| 44 | TS | <i>Spares and maintenance equipment, lack o for break-down</i> |
| 45 | TA | <i>AOG spares, to be carried to another station</i> |
| 46 | TC | <i>Aircraft Change, for technical reasons</i> |
| 47 | TL | <i>Standby Aircraft, lack of planned standby aircraft for technical reasons</i> |
| 48 | TV | <i>Scheduled Cabin Configuration/Version Adjustments</i> |

Além da percepção dos passageiros, existem outras vantagens económicas ligadas ao desempenho da *Reliability Dispatch*: alta disponibilidade de serviço da aeronave, baixo número de substituições de aeronaves (ou seja, redução de custos operacionais). Além disso, este parâmetro reflecte ainda uma operação fiável e segura. Considerando todos estes pontos referidos, torna-se bastante perceptível a necessidade de atingir altos níveis de *Reliability Dispatch*, sendo um dos principais objectivos numa companhia aérea.

Frequentemente, muitas companhias aéreas usam esta abordagem de fiabilidade para vigiar todos os problemas de manutenção que não causam os atrasos e localizar e investigar apenas os problemas que causam atrasos. Isto é parcialmente eficaz no estabelecimento de um bom programa de manutenção (Kinnison, 2004).

A segunda abordagem (que na verdade deve ser a principal abordagem) é considerar a fiabilidade como um programa especialmente criado para resolver os problemas de manutenção, independentemente de estes causarem atrasos ou não, e fornecer análise e acções correctivas e preventivas para resolução/prevenção dos mesmos, de forma a melhorar a fiabilidade global da aeronave. Isto contribui igualmente para a *Reliability Dispatch* (Kinnison, 2004).

É importante perceber que nem todos os atrasos são causados pela manutenção ou equipamentos, embora a manutenção seja o centro das atenções quando isso acontece. E não basta apenas investigar o equipamento ou procedimentos de manutenção das

divergências que causaram o atraso. Mais adiante mostra-se que a *Reliability Dispatch* é um subconjunto da fiabilidade global.

2.7.1 Tipos de Fiabilidade

O termo fiabilidade pode ser usado em vários contextos. O contexto da fiabilidade global da actividade de uma operadora aérea, o contexto da fiabilidade de um componente ou sistema, ou ainda o contexto da fiabilidade de um processo, função ou pessoa. Aqui, no entanto, a fiabilidade vai ser discutida no que respeita ao programa de manutenção especificamente.

Na aviação, existem quatro tipos de fiabilidade relacionados com a manutenção:

- Fiabilidade estatística;
- Fiabilidade histórica;
- Fiabilidade segundo eventos/ocorrências;
- *Dispatch Reliability*.

2.7.1.1. Fiabilidade Estatística

A fiabilidade estatística é baseada na recolha e análise das taxas de falhas, remoções e reparações de sistemas/componentes. Este conjunto de situações denomina-se “eventos”. As taxas de eventos são calculadas na ocorrência dos mesmos por cada 1000 FH, ou por cada 100 FC. Isto é apenas uma normalização. Podem ser usadas outras taxas que se achem mais apropriadas (Kinnison, 2004).

Muitas companhias aéreas usam análise estatística, mas algumas dão-lhe mais crédito do que o que merece. Por exemplo, companhias com 10 ou mais aviões tendem a usar a fiabilidade estatística, mas num conjunto de dados com menos de 30 pontos, os cálculos estatísticos não são muito significativos (Kinnison, 2004). Apresenta-se de seguida um exemplo prático destas situações.

Uma companhia aérea utiliza o radar meteorológico apenas 2 meses por ano, e quando calcula o valor da taxa de falhas e o nível de alerta da forma convencional, verifica que ultrapassa sempre o nível de alerta. Observando graficamente o sucedido:

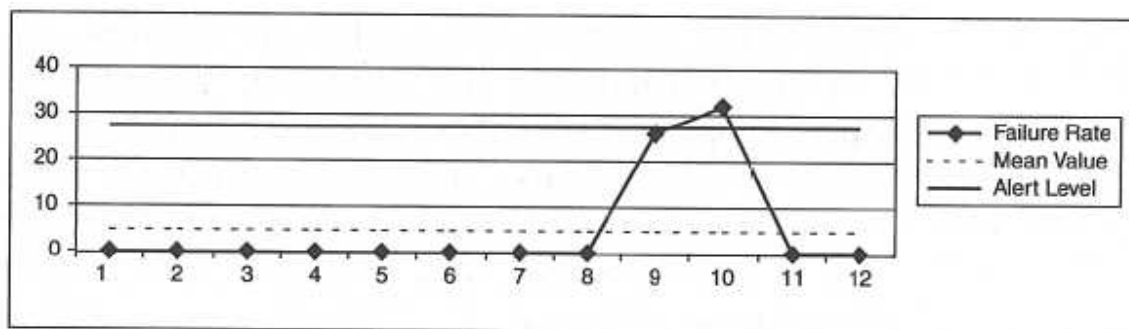


Figura 2.6 - Método 1 de cálculo do nível de alerta (Fonte: Kinnison, 2004)

O erro está no facto da companhia contabilizar os restantes meses em que não utiliza o equipamento como zero falhas. Ora se o equipamento não é usado, então aqueles zeros não são estatisticamente válidos. O correcto seria:

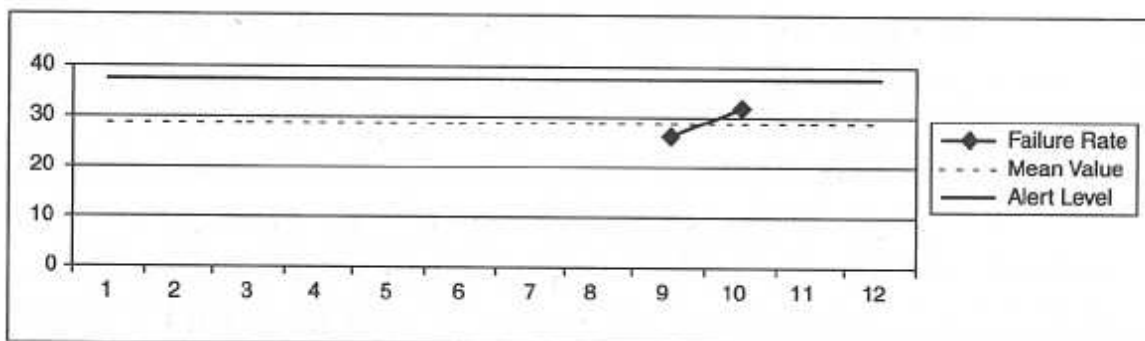


Figura 2.7 - Método 2 de cálculo do nível de alerta (Fonte: Kinnison, 2004)

Portanto, neste exemplo em particular, a fiabilidade estatística não é muito útil, mas a fiabilidade histórica sim.

2.7.1.2. Fiabilidade Histórica

A fiabilidade histórica é simplesmente a comparação de actuais taxas de eventos com aquelas do passado.

Por exemplo:

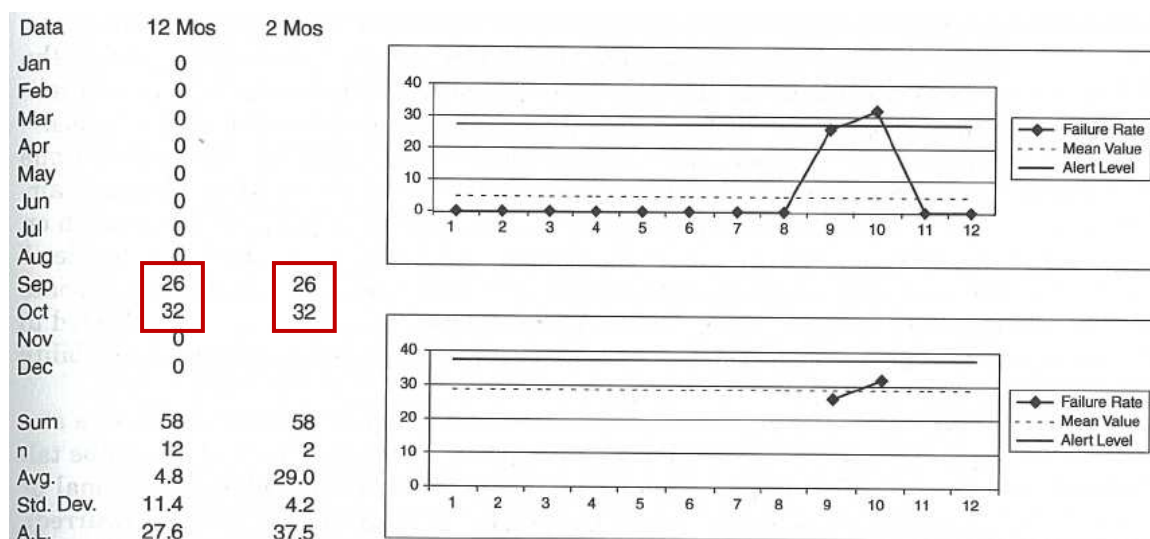


Figura 2.8 - Histórico anual de taxa de eventos (Fonte: Kinnison, 2004)

Uma questão que se coloca é se as 26 e 32 ocorrências são um bom ou mau resultado. A estatística não responde à pergunta, mas o historial de ocorrências sim. É necessário olhar para o mesmo período no ano anterior, do mesmo equipamento. Se as taxas actuais forem favoráveis em comparação com as do ano anterior, então houve uma melhoria. Se não, pode existir um problema. E é isso que o programa de fiabilidade trata: detecta e consequentemente ajuda na resolução dos problemas.

A fiabilidade histórica pode ser usada também noutras circunstâncias. A mais comum é quando uma aeronave entra na frota e não há dados disponíveis sobre o seu desempenho, nem sobre as taxas de falhas. Na fiabilidade histórica recolhe-se dados apropriados e literalmente vê-se o que acontece. Quando já houver dados suficientes, a aeronave pode ser adicionada então ao programa de fiabilidade (Kinnison, 2004).

2.7.1.3. Fiabilidade orientada para eventos

Esta fiabilidade tem como foco eventos que ocorrem pontualmente, como *bird strikes*, *hard-landings*, *In-flight shutdowns*, *lightning strikes*, ou outros incidentes ou acidentes. Este tipo de eventos não ocorre regularmente e são denominados como ocorrências. Cada ocorrência deve ser investigada de forma a determinar as suas causas, para prevenir ou reduzir a possibilidade de voltar a acontecer o mesmo problema.

Nas operações ETOPS, os eventos que estejam relacionados com a realização bem sucedida dos voos ETOPS, são designadas como acções a serem controladas por um programa de fiabilidade orientado para eventos, em adição a qualquer programa de fiabilidade, estatístico ou histórico (Kinnison, 2004).

2.7.1.4. Reliability Dispatch

A *Reliability Dispatch* é uma medida da eficácia global das operações, no que respeita ao tempo de partida. Este recebe uma considerável atenção por parte das entidades aeronáuticas reguladoras, assim como das operadoras e dos passageiros, mas na verdade é só uma forma especial de fiabilidade orientada para eventos. É um simples cálculo baseado em 100 voos. É conveniente para exprimir a taxa de despacho em percentagem.

Por exemplo, uma operadora registou 8 atrasos/cancelamentos a cada 200 FC:

| | | |
|---------------------------|--------|--------|
| 8 Atrasos e cancelamentos | —————→ | 200 FC |
|---------------------------|--------|--------|

Transformando este dado numa proporção de 100 FC, tem-se:

| | | |
|---------------------------|--------|--------|
| 4 Atrasos e cancelamentos | —————→ | 100 FC |
|---------------------------|--------|--------|

O que significa que apresenta uma taxa de atrasos/cancelamentos de 4%. Então, fazendo a diferença para a restante percentagem, verifica-se uma taxa de despacho de 96%.

| | | |
|----------------------|--------|-------------------------------|
| Taxa de atrasos = 4% | —————→ | Taxa de despacho = 96% |
|----------------------|--------|-------------------------------|

Noutras palavras, a operadora deu despacho “a tempo” de 96% dos seus voos.

Mas o uso da *Reliability Dispatch* é por vezes, mal interpretada. Os passageiros estão preocupados com a saída a tempo do avião, por razões óbvias. Os programas de fiabilidade de algumas companhias controlam apenas a *Reliability Dispatch*, ou seja, eles apenas controlam e investigam problemas que resultam num atraso ou cancelamento de um voo. Mas isto é apenas uma parte. A *Reliability Dispatch* envolve muito mais que manutenção (Kinnison, 2004).

CAPÍTULO 3 – CRIAÇÃO DO PROGRAMA DE FIABILIDADE

Na indústria da aviação, o programa de fiabilidade tem como objectivo, essencialmente, definir um conjunto de regras e práticas para gerir e controlar o programa de manutenção e também controlar o desempenho dos componentes e sistemas relacionados com as operações especiais.

O principal objectivo é monitorizar o desempenho das aeronaves e dos seus respectivos componentes e sistemas e chamar a atenção para qualquer necessidade de acções correctivas (Kinnison, 2004).

O Programa de Fiabilidade é considerado como um precioso meio para conseguir um melhor desempenho operacional (através da diminuição de problemas relacionados com a operação) e também aumentar a segurança de voo (Galović, Marušić, & Pita, 2007).

O programa tem ainda duas funções adicionais:

- a) Monitorizar a eficácia dessas acções correctivas e preventivas;
- b) Fornecer dados para justificar o ajustamento dos intervalos de manutenção ou procedimentos do programa de manutenção.

Por estes motivos, os Programas de fiabilidade são obrigatórios para todos os operadores comerciais (pelas entidades reguladoras) (Galović, Marušić, & Pita, 2007).

A EASA refere ainda mais especificamente que um programa de fiabilidade deve ser desenvolvido nos seguintes casos:

- a) O PMA se baseie na lógica MSG-3;
- b) O PMA inclua componente CM;
- c) O PMA não contenha períodos de *overhaul* para todos os componentes de sistemas significativos;
- d) Quando especificado pelo MPD (*Maintenance Planning Document*) do fabricante (EASA, 2003).

Mas o programa de fiabilidade pode ser desenvolvido por qualquer operadora mesmo não sendo obrigada, se achar que isso possa ser benéfico para a frota e o controlo da mesma (Kinnison, 2004).

No entanto, dependendo do tamanho da frota do operador, a execução do programa de fiabilidade pode ser realizado de diversas formas. No caso das frotas pequenas, estas podem não representar uma amostra estatística significativa (Galović, Marušić, & Pita, 2007).

No caso de operadoras com tamanho de frota pequena, estas podem associar a sua frota a outra companhia aérea com o mesmo modelo de aeronaves, ou ainda enviar os dados para o fabricante (para este associar aos relatórios que vão recepcionando de outras companhias maiores).

3.1. Estabelecimento do Programa de Fiabilidade

Para beneficiar por completo do programa de fiabilidade, o tamanho da frota abrangido pelo programa de fiabilidade deve ser estatisticamente significativo. Um pequeno número de aeronaves (entre 1 a 5), produzindo um pequeno número de eventos técnicos, gera informação estatística que não é realista e confiável (Galović, Marušić, & Pita, 2007).

Comparando as seguintes figuras, pode observar-se que uma pequena frota gera uma grande dispersão de dados, neste caso particular, através da sequência da *reliability dispatch*.

| MONTH | | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | Jan | Feb | Mar | Apr | May |
|---|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Delays > 15 minutes | No | 10 | 6 | 2 | 1 | 5 | 10 | 6 | 3 | 3 | 3 | 8 | 0 |
| | r | 1.53 | 0.91 | 0.30 | 0.16 | 0.87 | 1.96 | 1.28 | 0.59 | 0.77 | 0.75 | 1.37 | 0.00 |
| Cancellations | No | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | r | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.16 | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Dispatch Reliability Rate R1 | | 98.47 | 99.09 | 99.70 | 99.69 | 98.96 | 98.04 | 98.72 | 99.41 | 99.23 | 99.26 | 98.63 | 100.00 |
| World Fleet Reliability (Last 12 months)* | | 99.40 | 99.40 | 99.40 | 99.40 | 99.40 | 99.40 | 99.40 | 99.40 | 99.40 | 99.40 | 99.40 | 99.40 |
| CTN Goal | | 99.20 | 99.20 | 99.20 | 99.20 | 99.20 | 99.20 | 99.20 | 99.10 | 99.10 | 99.10 | 99.10 | 99.10 |
| ALERT Value | | 97.70 | 97.70 | 97.70 | 97.70 | 97.70 | 97.70 | 97.70 | 97.68 | 97.68 | 97.68 | 97.68 | 97.68 |

rates per 100 take-offs

*ATR 42 Operational data 09/2005

LAST 3 MONTHS AVERAGE: 99.29
LAST 6 MONTHS AVERAGE: 99.21
LAST 12 MONTHS AVERAGE: 99.10

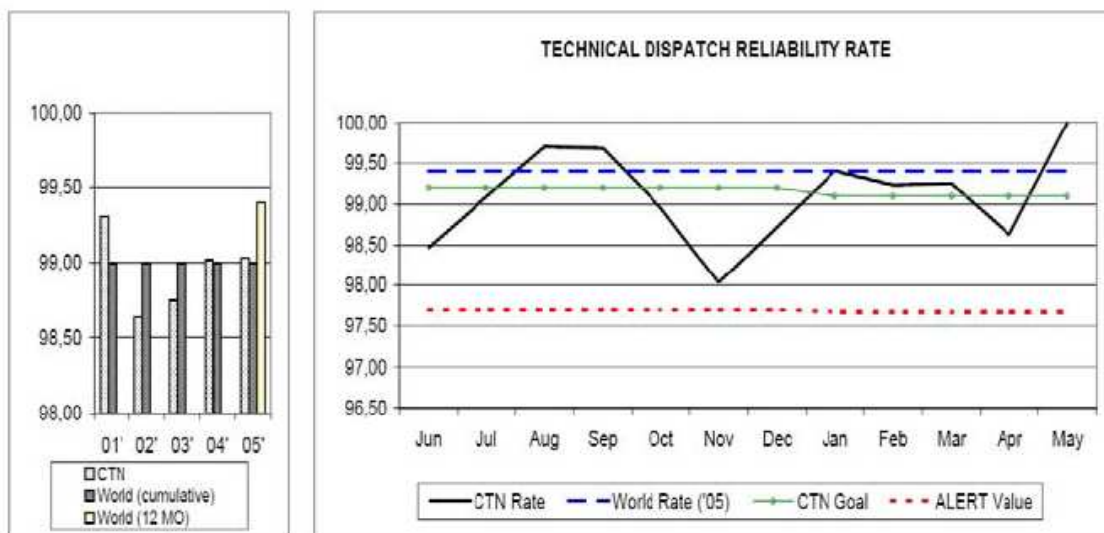


Figura 3.1 - Taxa da *Reliability Dispatch* (Exemplo 1) (Fonte: Galović, Borivoj; Marušić, Željko; Pita, Omer, 2007)

| MONTH | | Jun | July | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | Jan | Feb | Mar | Apr | May |
|-----------------------------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Delays > 15 minutes | No | 26 | 27 | 19 | 18 | 10 | 6 | 5 | 8 | 6 | 5 | 7 | 7 |
| | r | 1.37 | 1.35 | 0.96 | 0.87 | 0.61 | 0.57 | 0.47 | 0.76 | 0.57 | 0.41 | 0.56 | 0.43 |
| Cancellations | No | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | r | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Dispatch Reliability Rate R1 | | 98.57 | 98.65 | 99.04 | 99.03 | 99.39 | 99.43 | 99.53 | 99.24 | 99.43 | 99.59 | 99.44 | 99.57 |
| World Fleet Reliability (Sep '05) | | 99.26 | 99.26 | 99.26 | 99.26 | 99.26 | 99.26 | 99.26 | 99.26 | 99.26 | 99.26 | 99.26 | 99.26 |
| CTN Goal | | 99.20 | 99.20 | 99.20 | 99.20 | 99.20 | 99.20 | 99.20 | 99.10 | 99.10 | 99.10 | 99.10 | 99.10 |
| ALERT Value | | 98.34 | 98.34 | 98.34 | 98.34 | 98.34 | 98.34 | 98.34 | 98.20 | 98.20 | 98.20 | 98.20 | 98.20 |

rates per 100 take-offs

LAST 3 MONTHS AVERAGE: 99.53
LAST 6 MONTHS AVERAGE: 99.47
LAST 12 MONTHS AVERAGE: 99.24

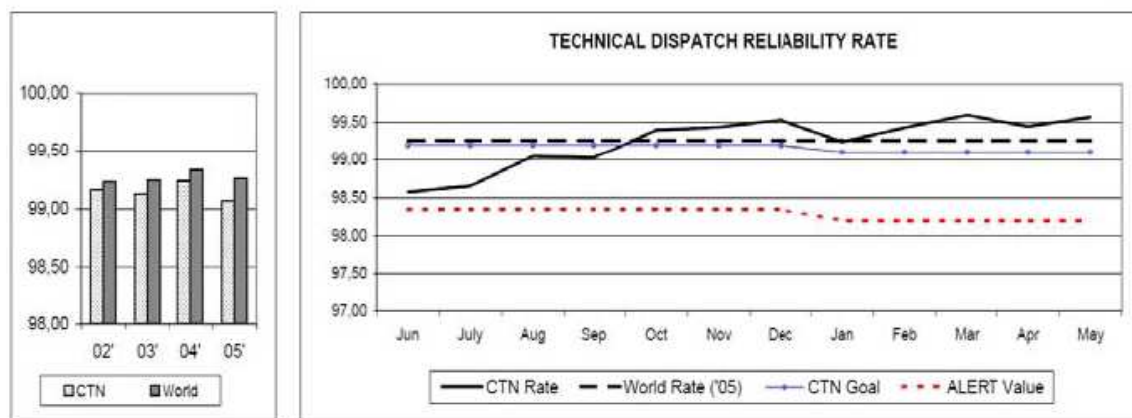


Figura 3.2 - Taxa da *Reliability Dispatch* (Exemplo 2) (Fonte: Galović, Borivoj; Marušić, Željko; Pita, Omer, 2007)

Como o ideal é obter resultados os mais realistas possível, os dados da Figura 3.1 devem ser nivelados. Teoricamente, o nivelamento dos dados pode ser feita através de:

- Cálculo dos valores acumulados;
- Fusão dos dados com a de outros operadores aéreos, com tipos de operações similares.

O cálculo dos valores acumulados é baseado no cálculo de eventos dos últimos 3 meses (ou mais) de funcionamento, numa base mensal, para a consequente análise de fiabilidade mensal. Este método aumenta artificialmente o tamanho da frota de 3 (ou mais) vezes, e consequentemente uniformiza os resultados. Mas este método apenas reflecte os dados da própria companhia, sem influência de outras frotas.

No entanto, durante a execução da análise de tal informação, devemos ter cuidados especiais no que diz respeito à interpretação de um único problema que aparece repetitivamente num avião. Muito frequentemente isto ocorre devido a um defeito, por exemplo, a falha aparecer ocasionalmente durante os voos e não se reproduz quando a aeronave está em terra. Isto dificulta os esforços do *troubleshooting* e o erro reaparece e desaparece diversas vezes, antes de se tornar constante e fixo. Estes dados vão aparecer acumulados no relatório como um problema da frota, mas não é o caso. Assim, no relatório mensal de fiabilidade, todos os problemas isolados devem ser explicados e separados dos que estão presentes, de facto, em toda a frota.

Outra questão de ser observada, ao definir o número de meses a incluir no cálculo mensal, é a sazonalidade das operações. Pode ser problemática a mistura dos meses antes e depois de ocorrer a mudança de estação.

No método em que se pode fazer a fusão com os dados de outros operadores igualmente pequenos, os dados ganham maior significância estatística. É comum os pequenos operadores participarem em “Programas Combinados de Fiabilidade”. A desvantagem deste método é que os desvios locais de um único operador, estão espalhados pelos restantes operadores que participam no programa (Galović, Marušić, & Pita, 2007).

3.2. Elementos do Programa de Fiabilidade

Pela EASA, um bom programa de fiabilidade consiste em 7 elementos básicos assim como procedimentos e funções administrativas.

Os elementos básicos são:

- 1) Recolha de dados;
- 2) Alerta de áreas problemáticas;
- 3) Exposição dos dados;
- 4) Análise de dados;
- 5) Acções correctivas;
- 6) Análise *follow-up*;
- 7) Relatório mensal (EASA, 2003)

3.2.1. Recolha de dados

Apresentam-se dez tipos de dados que devem ser recolhidos, podendo ainda serem adicionados outros itens, ficando ao critério de cada companhia.

O processo da recolha de dados fornece ao departamento de fiabilidade a informação necessária para observar a eficácia do programa de manutenção.

Os tipos de dados que se devem recolher são:

1. Tempo de voo e ciclos de cada aeronave;
2. Cancelamentos e atrasos superiores a 15 minutos;
3. Remoções de componentes não programadas;
4. Remoções de motores não programadas;
5. IFSD;
6. Queixas de pilotos e queixas do pessoal de manutenção;
7. Queixas de cabine;
8. Falhas de componentes;
9. Anomalias encontradas durante alguma inspecção/*check*;

10. Falhas críticas.

1. Horas de voo (FH) e ciclos (FC)

A maioria dos cálculos de fiabilidade são taxas e são calculadas com base em FH ou FC; por exemplo, 0.76 falhas por 1000 FH ou 0.15 remoções por 100 FC.

2. Cancelamentos e atrasos superiores a 15 minutos

Alguns operadores recolhem dados em todos os itens, mas a manutenção está mais preocupada com aqueles que estão relacionados com a manutenção. O período de tempo de 15 minutos é usado porque essa quantidade de tempo pode ser geralmente recuperada em voo. Mais do que 15 minutos podem não conseguir recuperar durante o voo.

Grandes atrasos podem também causar atrasos em “cadeia” no caso de haver de seguida mais voos programados, podendo estes saírem afectados. Este parâmetro é normalmente convertido numa taxa de despacho da companhia.

3. Remoções de componentes não programadas

Esta é uma preocupação do programa de fiabilidade. A taxa com que os componentes são removidos pode variar bastante, dependendo do equipamento ou sistema envolvido. Se a taxa não é aceitável, uma investigação deve ser feita e tomadas acções correctivas.

Componentes que são removidos e substituídos dentro do programado, por exemplo, itens HT e alguns itens OC, não estão incluídos aqui, mas essa informação deve ser recolhida para ajudar a justificar uma mudança nos intervalos programados dos itens HT e OC.

4. Remoções de motores não programadas

Estes dados caracterizam-se da mesma forma que os anteriores, mas claro que a remoção de um motor requer uma considerável quantidade de tempo e mão-de-obra. Portanto, estes dados são registados separadamente.

5. IFSD

Esta avaria é uma das mais sérias na aviação, particularmente se o avião só tiver um ou dois motores. As entidades aeronáuticas requerem um relatório do sucedido em 48 horas. O relatório deve incluir a causa e respectivas acções correctivas.

Os operadores com voos ETOPS devem controlar os IFSD's e agir quando há excessivas taxas das mesmas, de acordo com a sua autorização para voar ETOPS.

6. Queixas de Pilotos e de manutenção

Estas são avarias ou degradações dos sistemas das aeronaves, detectadas pela tripulação de voo, durante um voo, e pela manutenção, em terra. A monitorização é feita normalmente por capítulo ATA (ver apêndice A), usando 2, 4 ou 6 dígitos. Isto permite identificar os problemas por sistema, subsistema, ou nível do componente, consoante o que se pretender.

A experiência vai ditar quais os níveis a seguir para cada tipo de equipamento.

7. Queixas de cabine

Estas discrepâncias podem não ser tão graves como as da tripulação técnica, mas o conforto dos passageiros e a competência da tripulação de cabine para realizar as suas funções, podem ser afectadas.

As queixas da tripulação de cabine são reportadas numa caderneta específica que existe na cabine (pela tripulação de cabine). As anomalias que afectem equipamento de emergência são obrigatoriamente transferidos para a Caderneta Técnica da aeronave, e neste caso passam a ser tratadas como queixas do pessoal de manutenção (MAREP).

8. Falhas de componentes

Quaisquer problemas encontrados durante uma *shop visit* são registados para o programa de fiabilidade. Isto refere-se a grandes partes e componentes dentro de sistemas mecânicos.

9. Anomalias encontradas durante alguma inspecção/*check*

Sistemas ou componentes encontrados com a necessidade de reparação ou ajustamento durante uma *check* programada, são contabilizados para o programa de fiabilidade.

10. Falhas críticas

São falhas que envolvem uma perda de funções ou danos secundários que possam desencadear efeitos adversos na segurança de uma operação.

3.2.2. Recolha de Dados abrangendo as Operações Especiais

Ainda pelo AMC 20-6 - Extended Range Operation with Two-Engine Aeroplanes ETOPS Certification and Operation (2009), deve ser criado um programa de fiabilidade ETOPS, ou então criar um suplemento ETOPS no programa de fiabilidade inicial. O programa deve ser orientado a eventos e incorporar procedimentos de notificação de eventos significativos que prejudiquem os voos ETOPS. A informação deve estar disponível para utilização tanto para a companhia aérea como para as autoridades aeronáuticas, para ajudar a verificar se o nível de fiabilidade é suficiente, e para avaliar a competência e capacidade da companhia para prosseguir com segurança voos ETOPS.

Os seguintes itens devem estar incluídos:

- IFSD;
- Diversões ou *turn-back*;
- Mudanças ou picos de energia não comandadas;
- Incapacidades de controlar os motores, ou de obter a energia desejada;
- Problemas com sistemas críticos para voos ETOPS.

O relatório deve ainda identificar:

- Identificação da aeronave;
- Identificação do motor;
- MSN - *Manufacturer Serial Number*;
- Tempo total, ciclos totais e *time since last shop visit*;

- Para os sistemas, tempo desde o último *overhaul* ou inspecção da unidade defeituosa;
- Acção correctiva.

O mesmo se aplica para as restantes operações especiais RVSM e CAT II/III.

3.2.3. Fontes de Informação

Para a implementação do programa de fiabilidade nesta companhia, decidiu-se que seria fundamental recorrer às seguintes fontes de informação, que são variadas:

- 1) Durante o voo (PIREP, IFSD, *Turn-Back*);
- 2) Durante a Manutenção de Linha e Manutenção de Base (MAREP);
- 3) *Occurance Reports*;
- 4) Não conformidades;
- 5) Informações provindas de fabricantes e entidades aeronáuticas (AOT, AOW, SB, SL, SIL e AD);
- 6) Remoções de motores/APU/componentes e estudo de parâmetros de motores;
- 7) Atrasos e cancelamentos.

Descreve-se de seguida um pouco acerca destas fontes de informação.

- 1) Por PIREPS entende-se todas as queixas reportadas pela tripulação técnica (e registadas na caderneta técnica).

Os *In-flight shutdowns* são as situações em que um motor cessa a sua função em voo. Isto deve-se ao facto de ser desligado ou pela tripulação ou por si próprio, ou por qualquer outra razão externa.

Exemplos de IFSD: extinção (*flameout*), falha interna, iniciação de *shutoff* por parte da tripulação, ingestão de um objecto estranho, gelo ou incapacidade de obter e/ou controlar a potência desejada.

O desligar autónomo do(s) motor(es) são também monitorizados pela Fiabilidade. Estes são calculados a uma taxa por cada 1000 FH.

- 2) Por MAREPS entende-se todas as queixas reportadas pelo Pessoal da Manutenção e registadas ou na caderneta técnica ou em relatórios específicos pertencentes a pacotes de trabalho.
- 3) As ocorrências/incidentes/acidentes podem ocorrer durante a paragem da aeronave ou durante o voo. Se for uma situação abrangida pelo Decreto de Lei 218/2005, é necessária a realização de um *Occurance Report* (estes são obrigatoriamente comunicados para o INAC e/ou GPIAA).

Nestes casos, é realizada uma análise de Engenharia para se determinar as causas do acontecimento de forma a evitar repetições no futuro, inclusive por questões de segurança.

Dado estes casos serem identificados como sendo mais que uma simples anomalia/avaria (pois podem tratar-se de um incidente/acidente ou iminência de um) são contabilizados/analísados pela fiabilidade à parte dos outros acontecimentos na aeronave.

Os *occurrence reports* são classificados como queixa PIREP ou MAREP dependentemente se o problema ocorreu durante o voo ou durante uma acção de manutenção.

- 4) Não conformidades são anomalias detectadas durante a realização de auditorias internas (realizadas pela operadora aérea) ou externas (realizadas por entidades externas à companhia aérea).
- 5) Os documentos técnicos provindos de fabricantes (AOT, SB, SL, SIL, etc.) e provindos de entidades aeronáuticas (DN e outros) podem influenciar a Fiabilidade, do seguinte modo:

- a. Intervenção/Modificação num sistema ou componente;

- b. A informação contida nestes documentos no que respeita a itens de continuidade da aeronavegabilidade e de segurança, tem de ser recolhidos e analisados.
- 6) A monitorização destes depende do modo de funcionamento dos mesmos. A taxa de falhas é calculada por horas de voo ou por horas de funcionamento, nomeadamente MTBUR e MTBF. Pode também ser calculada ainda por ciclos.

Em que:

$$MTBUR = \frac{\text{Flight Hours} \times \text{Quantity per Aircraft}}{\text{Number of unscheduled removals}} \quad (1)$$

e

$$MTBF = \frac{\text{Flight Hours}}{\text{Number of unscheduled removals}} \quad (2)$$

Os parâmetros dos motores são controlados através do estudo do ECM. O Programa ECM – *Engine Condition Monitoring* é um programa aplicável aos motores instalados nas aeronaves da frota das operadoras aéreas.

O estudo de fiabilidade dos motores e o estudo de ECM, complementam-se na monitorização da *performance* dos motores.

Nota: Os componentes são monitorizados tendo em conta a importância ETOPS, CAT II/III e RVSM.

- 7) Durante um voo, o atraso da saída de uma aeronave, designa-se na indústria aeronáutica por *delay*. Estes atrasos são apenas contabilizados para um período de tempo igual ou superior a 15 minutos. Estes atrasos são contabilizados no relatório da Fiabilidade.

3.2.4. Registos das Fontes de Informação

Relativamente aos registos das anteriormente referidas fontes de informação, são as seguintes:

- 1) Caderneta Técnica da Aeronave;
- 2) Caderneta de Cabine;
- 3) Caderneta de Anomalias Pendentes:

As anomalias pendentes são queixas/avarias cuja correcção se encontra em aberto. O período de tempo em que podem permanecer sem resolução já se encontra definido pelo operador (este período de tempo pode ser igual ou mais restritivo que o tempo definido pelo fabricante. Uma das fontes de informação do tempo dos prazos a utilizar é, por exemplo, o MEL).

Antes de serem colocadas em anomalias pendentes, são reportadas na Caderneta Técnica ou estão descritas em *Work Packages*, e é este *report* que é contabilizado para a Fiabilidade. As anomalias pendentes são monitorizadas diariamente por aeronave.

- 4) *Work Packages*:

Normalmente utilizados para realização de tarefas de manutenção programadas.

- 5) *Occurance Reports* (*Ground Safety Reports*, realizados pelo pessoal de manutenção e *Air Safety Reports*, realizados pela tripulação técnica);
- 6) Relatórios de Não conformidades de auditorias internas, do INAC, de SAFAS, entre outros:

As aeronaves sofrem auditorias internas (sistema de Qualidade das operadoras aéreas) ou externas (INAC, SAFA, *brokers*, etc).

Não conformidades técnicas levantadas pelas auditorias são obrigatoriamente reportadas na caderneta técnica ou entram num pacote de inspecção programada,

para sua resolução. Neste caso, e porque quem abre a queixa da NC são as empresas de manutenção contratadas, a queixa é registada pela fiabilidade como sendo uma queixa MAREP.

Como tal, são igualmente importantes para a Fiabilidade identificar estas ocorrências levantadas pelas auditorias internas e externas às aeronaves.

Note-se que o SAFA (*Safety Assessment of Foreign Aircraft*) é um programa que foi estabelecido pela Comissão Europeia (EC) onde discrimina o papel e responsabilidades que a EASA tem sobre o mesmo.

As inspecções SAFA são apenas inspecções locais que, através de cada entidade aeronáutica, cada país membro da EASA faz a aeronaves de terceiros, e não substituem o cumprimento da devida regulamentação para garantir a aeronavegabilidade da aeronave. Os resultados da auditoria são sempre enviados para as entidades aeronáuticas do país de registo da aeronave.

- 7) Estudo de parâmetros de motores;
- 8) Relatórios de ECM.

3.2.4. Definição do nível de alerta

Os limites superiores de controlo ou níveis de alerta, são um cálculo matemático muito importante. Apesar de estes não dizerem quando é que existe um problema, nem onde e o quê deve ser investigado, eles fornecem orientações para serem tomadas as próprias decisões de como proceder. Mas todo este processo começa com o nosso intelecto e capacidade para definir estes níveis de alerta para um nível eficaz.

Já foi referido que, por vezes, algumas companhias têm dificuldades no que respeita a terem sistemas em alerta, quando na verdade não estão, ou vice-versa, sabem que têm problemas em determinados sistemas e estes não estão em alerta. Isto são os chamados “falsos alertas”. Se o conceito UCL é usado para o alerta de possíveis problemas, e se quando se tem conhecimento da existência de alguns problemas em algum sistema ou

componente, não se recebe o alerta, então é possível que o UCL esteja mal calculado/definido (Kinnison, 2004).

O UCL é baseado num cálculo estatístico do desvio padrão abrangendo o período dos últimos 12 meses. Este é um parâmetro muito importante e deve ser definido para um nível eficaz (que faça sentido), pois se não for correctamente definido torna-se inútil. Este não deve ser colocado muito alto, pois senão corre-se o risco de não se verificarem as tendências negativas. O oposto também se aplica, isto é, não deve ser colocado demasiado baixo, senão qualquer desvio fará o sistema entrar em alerta (Galović, Marušić, & Pita, 2007).

O UCL é estabelecido multiplicando o desvio padrão pelo valor médio (com factor de desvio normalmente entre 2 ou 3). Este valor não é fixo, pois pode haver a necessidade de ajustamentos em alguns casos para fornecer os dados o mais “utilizáveis” possível e evitar falsos alertas.

Como já referido anteriormente, nem tudo falha com a mesma taxa ou padrão. A característica dos dados é retratada pelo parâmetro estatístico, desvio padrão – a medição da distribuição dos pontos à volta da média. Um grande DP significa uma ampla distribuição, uma larga distribuição dos pontos. Um pequeno DP significa que os pontos estão mais juntos. Na seguinte figura pode observar-se os diferentes tipos de dispersão dos dados.

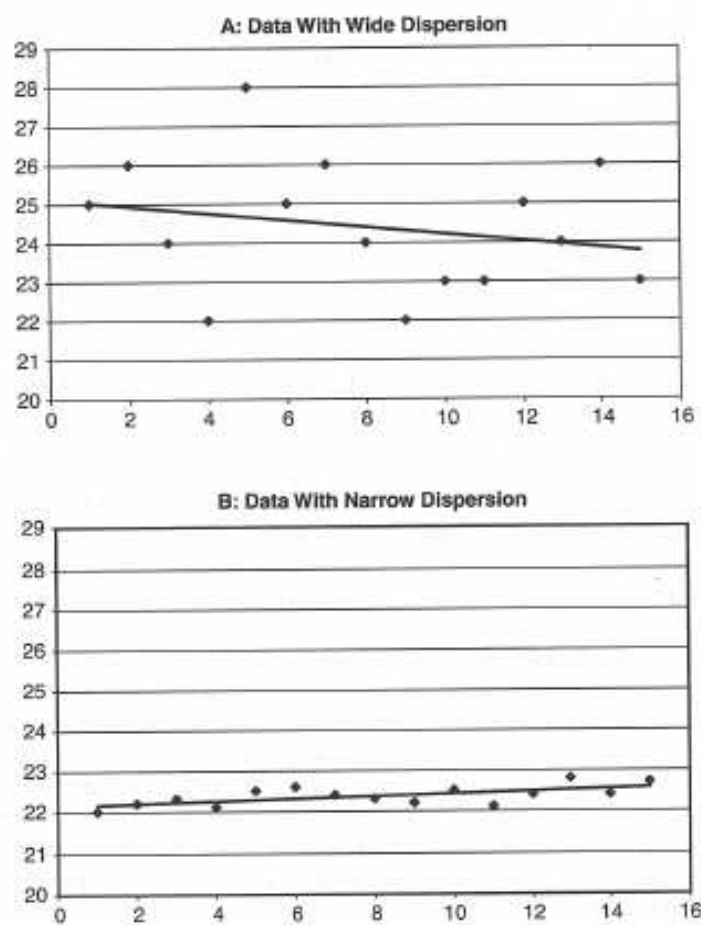


Figura 3.3 - Dois tipos de dispersão de dados (Fonte: Kinnison, 2004)

Pode notar-se que, apesar da média de ambas as situações A e B serem bastante parecidas, o DP é muito diferente.

Para melhor se perceber a questão da escolha do factor, apresenta-se de seguida uma figura com o gráfico que mostra o DP da Distribuição Normal.

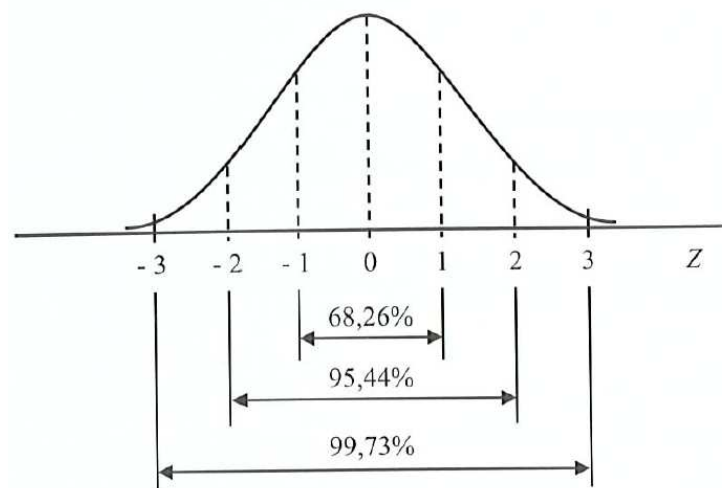


Figura 3.4 - Relação entre a área e o Desvio Padrão da Distribuição Normal (Fonte: Pereira, Z. L., Requeijo, J. G., 2008)

Com apenas 1 DP, apenas 68,26% das taxas de falhas estão incluídas. Com 2 DP acima da média, ainda não se tem incluído todos os pontos da distribuição. Na verdade, 2 DP acima e abaixo da média englobam apenas 95,5% dos pontos, isto é, pouco mais de 95% das taxas de falhas são verdadeiras. É por isto que não se considera uma taxa de eventos, nesta faixa, um problema definido. Se permanece acima deste nível no mês seguinte, então pode sugerir um possível problema. Por outro lado, se as taxas de eventos com que se está a trabalhar possuem um ligeiro DP, será difícil distinguir entre 2 ou 3 DP. Neste caso, o nível de alerta deverá ser ajustado para 3 DP.

Este sistema de nível de alerta pode ser, por vezes, exagerado. As estatísticas usadas não são exactas. Assume-se sempre que as taxas de eventos têm sempre uma distribuição retratada pela distribuição normal, que os dados são exactos e que os cálculos estão sempre correctos. Mas isto pode não ser verdade, estes níveis são apenas “orientações” para identificar o que deve ser investigado e o que pode ser tolerado (Kinnison, 2004).

O factor de desvio é definido pelo operador e depende da dispersão dos dados – um factor pequeno é mais apropriado para grandes frotas e o factor maior é mais apropriado para pequenas frotas (Galović, Marušić, & Pita, 2007).

O procedimento para determinar o UCL é (Galović, Marušić, & Pita, 2007):

1º - Cálculo do desvio padrão:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}}{N-1}} \quad (3)$$

Onde,

\bar{x} – É o valor mensal do parâmetro nos meses observados;

σ – É o desvio padrão;

N – São o nº de meses observados com que o σ é calculado.

2º - Cálculo do UCL:

$$UCL = \bar{x} + K * \sigma \quad (4)$$

e

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} \quad (5)$$

Onde,

K – É o factor de desvio (2 ou 3).

O UCL é o valor estatístico que mostra o limite abaixo do qual os desvios são considerados estatisticamente aceitáveis. Em caso de ultrapassagem do UCL, a fiabilidade do sistema é considerada instável (Galović, Marušić, & Pita, 2007).

A ultrapassagem do UCL de forma repetitiva representa uma tendência negativa que tem de ser interrompida pela aplicação de acções correctivas adequadas.

No entanto, existe sempre a possibilidade de se tratar de falsos alertas. Nesse caso, existe um cálculo adicional que pode ser feito para suavizar a curva e ajudar a eliminar falsos

alertas. É a média móvel a 3 meses, ou linha de tendência. A posição destas duas linhas (taxa mensal e a média móvel a 3 meses) relativamente ao UCL é usada para determinar o estado de alerta (Kinnison, 2004).

3.2.5. Leitura do estado de alerta

Após a recolha de eventos num intervalo de 1 ano, calcula-se o valor médio e o nível de alerta. Como se pode observar, através da seguinte figura, a taxa de eventos balança acima do nível de alerta várias vezes durante o ano (ver linha vermelha), nos meses Fevereiro, Junho, Outubro e Dezembro.

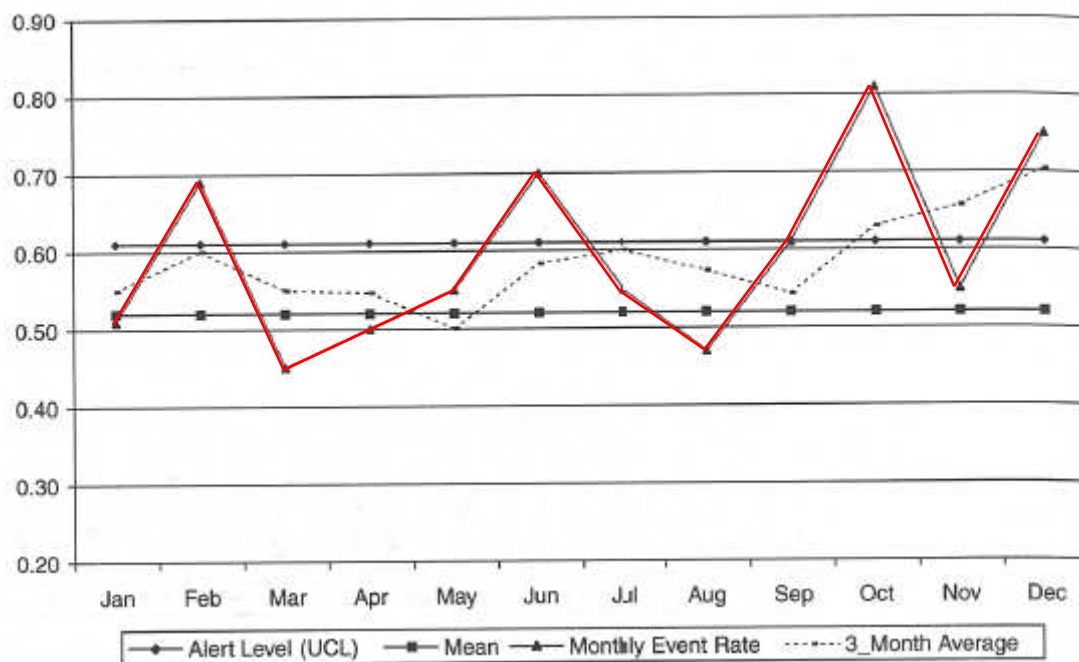


Figura 3.5 - Leitura do estado de alerta (Fonte: Kinnison, 2004)

Claro que é fácil ver o padrão quando se olha para os eventos do ano. Mas na realidade só se vê um mês de cada vez e os meses anteriores. A informação sobre o que irá acontecer no próximo mês não se sabe.

Quando a taxa de eventos vai acima do UCL, por exemplo em Fevereiro, não é necessariamente um problema. Mas se a taxa permanece acima do UCL por 2 meses sucessivos, então talvez mereça uma investigação.

A investigação preliminar pode indicar uma variação sazonal ou outra causa pontual, ou pode sugerir a necessidade de uma investigação mais aprofundada. A maior parte das vezes não pode ser tomada mais do que o que parece estar destinado a ser: um “alerta” para um possível problema. A resposta seria esperar e ver o que acontecia no mês seguinte. No gráfico vê-se que no mês seguinte, Março, a taxa desce para baixo de linha, logo não existe qualquer problema. Isto é, quando a taxa de eventos ultrapassa o UCL, não indica necessariamente um problema; é meramente um alerta para a possibilidade de um problema. Reagir muito rapidamente normalmente resulta em tempo, esforço e gastos desnecessários com a investigação. Isto é, um “falso alerta”.

Se a experiência mostrar que a taxa de eventos de um determinado item varia de forma ampla de mês para mês, acima e abaixo do UCL, e que é comum num determinado equipamento, vários operadores aéreos usam uma média móvel a 3 meses (tracejado na figura 3.5).

Enquanto a taxa de eventos balança acima e abaixo do UCL, a linha da média móvel a 3 meses permanece abaixo dele (até Outubro). Depois de Outubro a média móvel permanece acima do UCL, assim como a taxa de eventos. Logo, esta situação deve ser investigada (Kinnison, 2004).

É recomendado que estes níveis sejam recalculados uma vez por ano (Galović, Marušić, & Pita, 2007).

3.2.6. Exibição e Análise dos dados

Vários métodos para a exibição de dados são utilizados para estudar e analisar os dados recolhidos. A maioria das operadoras aéreas apresenta em forma de tabelas ou gráficos. Os dados são apresentados como eventos por cada 1000 FH ou por cada 100 FC. Alguns, como os atrasos e cancelamentos, são apresentados como eventos por cada 100 T/O. O valor de 100 facilmente permite a conversão para percentagem.

Os dados em tabela permite ao operador comparar taxas de eventos com outros dados na mesma folha. Permite ainda a comparação com quadrimestre anterior ou até mesmo o ano anterior.

Os gráficos, por outro lado, permite à companhia analisar o desempenho mês a mês e anotar, mais rapidamente, os itens que mostram um aumento de taxa e parecem estar a caminhar para o estado de alerta. Isto é uma grande ajuda na análise. Alguns dos dados recolhidos podem ser comparados numa base mensal, por evento, ou por amostra (Kinnison, 2004).

Uma aeronave é um conjunto muito complexo de sistemas e subsistemas. Deste modo, os fabricantes agrupam os sistemas em conjuntos, e identificam-nos através de um formato pré-definido, designado por ATA 100. Assim, é possível identificar rapidamente qual o tipo de sistema em questão.

Tabela 3.1 - Queixas de Pilotos (PIREPS) per 100 T/O (por capítulo ATA)

| <i>ATA System</i> | <i>System</i> | PIREPS | <i>June-99</i> | <i>July-99</i> | <i>August-99</i> | UCL | <i>Mean</i> | <i>Alert Status</i> |
|-------------------|----------------------------------|---------------|----------------|----------------|------------------|------------|-------------|---------------------|
| 21 | <i>Air Conditioning</i> | 114 | 3,65 | 3,77 | 3,8 | 3,75 | 2,7 | YE |
| 22 | <i>Auto flight</i> | 43 | 1,8 | 1,48 | 1,45 | 1,39 | 1,21 | WA |
| 23 | <i>Communications</i> | 69 | 3,44 | 2,75 | 2,33 | 2,8 | 2,3 | CL |
| 24 | <i>Electrical Power</i> | 29 | 1,15 | 0,87 | 0,98 | 0,94 | 0,6 | AL |
| 25 | <i>Equip/Furnishings</i> | 104 | 4,17 | 3,69 | 3,52 | 5,43 | 4,38 | |
| 26 | <i>Fire protection</i> | 30 | 1,8 | 1,3 | 1,01 | 2,19 | 1,14 | |
| 27 | <i>Flight controls</i> | 48 | 0,99 | 3,07 | 1,62 | 1,94 | 1,26 | |
| 28 | <i>Fuel</i> | 36 | 0,65 | 1,16 | 1,22 | 2,32 | 1,27 | |
| 29 | <i>Hydraulic Power</i> | 17 | 0,73 | 0,43 | 0,57 | 1,58 | 0,82 | |
| 30 | <i>Ice & Rain protection</i> | 12 | 0,61 | 0,65 | 0,41 | 0,72 | 0,56 | |
| 31 | <i>Instruments</i> | 49 | 1,76 | 1,48 | 1,66 | 2,46 | 1,66 | |
| 32 | <i>Landing Gear</i> | 67 | 2,41 | 2,06 | 2,27 | 2,72 | 1,76 | |
| 33 | <i>Lights</i> | 72 | 3,48 | 3,15 | 2,43 | 3,32 | 2,42 | |
| 34 | <i>Navigation</i> | 114 | 4,81 | 6,62 | 3,85 | 5,58 | 4,7 | |
| 35 | <i>Oxygen</i> | 19 | 0,31 | 0,67 | 0,64 | 0,41 | 0,23 | YE |
| 36 | <i>Pneumatics</i> | 25 | 1,11 | 0,8 | 0,85 | 1,19 | 0,77 | |
| 38 | <i>Water & waste</i> | 16 | 0,42 | 0,36 | 0,54 | 1,1 | 0,56 | |
| 49 | <i>Auxiliary Power</i> | 42 | 1,41 | 1,48 | 1,42 | 1,63 | 1,38 | |
| 51 | <i>Structures</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,16 | 0,09 | |
| 52 | <i>Doors</i> | 31 | 1,41 | 1,05 | 1,05 | 0,09 | 0,92 | |
| 53 | <i>Fuselage</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,02 | |
| 54 | <i>Nacelles & Pylons</i> | 1 | 0 | 0 | 0,08 | 0,22 | 0,1 | |
| 55 | <i>Stabilizers</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,16 | 0,09 | |
| 56 | <i>Windows</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,09 | 0,06 | |
| 57 | <i>Wings</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,15 | |
| 71 | <i>Power plant</i> | 11 | 0,65 | 0,54 | 0,37 | 1,3 | 0,91 | |
| 72 | <i>Engine</i> | 4 | 0,31 | 0,29 | 0,14 | 0,47 | 0,22 | |
| 73 | <i>Fuel & controls</i> | 17 | 0,96 | 0,47 | 0,57 | 0,84 | 0,61 | |
| 74 | <i>Ignition</i> | 11 | 0,08 | 0,4 | 0,37 | 0,46 | 0,3 | |
| 75 | <i>Air</i> | 53 | 1,52 | 1,63 | 1,79 | 1,11 | 0,66 | RA |
| 76 | <i>Engine control</i> | 3 | 0,23 | 0,14 | 0,1 | 0,33 | 0,15 | |
| 77 | <i>Engine indicating</i> | 22 | 0,53 | 0,76 | 0,74 | 0,96 | 0,68 | |
| 78 | <i>Exhaust</i> | 3 | 0,5 | 0,43 | 0,1 | 0,9 | 0,64 | |
| 79 | <i>Oil</i> | 5 | 0,19 | 0,22 | 0,17 | 0,83 | 0,48 | |
| 80 | <i>Starting</i> | 3 | 0,27 | 0,29 | 0,1 | 0,28 | 0,17 | CL |

Legenda dos códigos do estado de alerta:

- CL (*Clear from alert*) = Fora de alerta;
- YE (*Yellow alert*) = Alerta amarelo;
- AL (*Red alert*) = Alerta vermelho;
- RA (*Remains in alert*) = Continua em alerta;
- WA (*Watch*) = Vigiar.

A tabela 3.1 é uma listagem de queixas de pilotos (PIREPS) ou entradas na Caderneta Técnica, durante um mês de operação, por frota. Estes dados são separados por capítulo ATA e as taxas de eventos são calculadas como PIREPS por cada 100 T/O. A tabela 3.1 mostra os dados do mês corrente e dos dois meses anteriores, com a média móvel a 3 meses. O UCL também está incluído. Sete destes capítulos ATA têm indicação de alerta anotadas na última coluna.

O capítulo 21 teve uma taxa de eventos acima do UCL por 2 meses seguidos, Julho e Agosto; isto representa um alerta amarelo (YE). Dependendo da severidade do problema, isto pode ou não necessitar de investigação imediata. No entanto, o capítulo 24 é diferente. Em Junho a taxa era alta, era de 1,15. Se esta fosse a primeira vez que ocorria tal taxa, teria sido registado no relatório desse mês, como um *Watch* (WA). A taxa desceu em Junho para 0,87, mas voltou a subir em Agosto, para 0,98. Então, no presente relatório, é registado como condição de alerta máximo. Não apenas por ultrapassar o AL, mas sim porque ultrapassou-o dois dos três meses, apresentando-se instável.

Sempre que um item vai para o estado de alerta, o departamento de fiabilidade deve fazer uma análise preliminar para determinar se o alerta é válido. Se for válido, um aviso do estado de alerta é enviado para a Engenharia, para uma análise mais detalhada. O departamento de Engenharia é constituído de pessoas experientes que conhecem a manutenção e engenharia. Vão tentar fazer o *troubleshooting* do problema, determinando qual a acção que vai corrigir o problema e determinar acções correctivas e preventivas para solucionar o problema (Kinnison, 2004).

3.2.7. Acções correctivas

As acções correctivas podem variar desde esforços para corrigir uma lacuna num procedimento até reciclagens e formações dos Técnicos de Manutenção (TMA), para alterar o programa de manutenção. A investigação destas condições de alerta normalmente resulta numa ou mais das seguintes acções:

- a) Modificações do equipamento;
- b) Alteração ou correcção de processos/práticas em linha/hangar/*shop visit*;
- c) Remoção de peças defeituosas (ou dos fornecedores);
- d) Formação dos TMA (reciclagens inclusive);
- e) Adição de tarefas no PMA;
- f) Diminuição ou aumento dos intervalos de manutenção para certas tarefas.

O responsável deverá solicitar um estudo à Engenharia, relativamente ao alerta que excedeu o UCL, preenchendo um impresso interno denominado “Notificação de Alerta” (Como exemplo, ver o impresso IP DME 039 implementado na *White Airways*, no anexo I). Este impresso será entregue ao responsável pelo estudo de Engenharia, que deverá investigar o sucedido e produzir assim um documento para realizar as acções apropriadas. A conclusão da acção correctiva é registada no relatório mensal de fiabilidade. A monitorização contínua pela fiabilidade determina a eficácia da acção correctiva seleccionada.

As acções correctivas devem ser completadas dentro de um mês após a decisão da Engenharia. A conclusão pode ser diferida em circunstâncias justificadas e autorizadas, mas a acção deve ser cumprida assim que possível para tornar o programa eficaz.

3.2.8. Análise *follow-up*

A fiabilidade deve fazer o *follow-up* de todas as acções tomadas relativamente aos itens em alerta, para verificar se as acções correctivas foram, de facto, eficazes.

Isto deve ser reflectido na diminuição da taxa de eventos. Se a taxa de eventos não melhorar depois das acções tomadas, o alerta é reeditado e a investigação e acções

correctivas são repetidas com a engenharia, tentando experimentar outra aproximação ao problema.

Se a acção correctiva envolver modificações demoradas para várias aeronaves, então a redução da taxa de eventos pode não ser facilmente notada durante algum tempo. Nestes casos, é importante continuar a monitorizar o progresso da acção correctiva no relatório mensal juntamente com a taxa de eventos em curso, até a acção correctiva ter chegado a todas as aeronaves.

Assim, a observação *follow-up* é aplicada para conhecer a eficácia da acção. Se não for notada qualquer alteração nas taxas, dentro de um tempo razoável depois de uma parte da frota ter sido completada, então o problema e a acção correctiva devem ser reanalisadas (Kinnison, 2004).

A observação *follow-up* serve também para implementação de acções preventivas (estas ajudam a prevenir a ocorrência do problema).

3.2.9. Comunicação dos dados

O relatório de fiabilidade é emitido mensalmente. Algumas companhias aéreas emitem a cada 4 meses ou até mesmo um relatório anual, em forma de sumário. No entanto, o relatório mais útil é o mensal. Este relatório não deve conter uma quantidade excessiva de dados e gráficos sem a explicação do que isso significa para a companhia e para quem lê o relatório.

O relatório deve concentrar-se nos itens que estão sob alerta, os itens que estão sob investigação, e os itens que estão em processo de acções correctivas ou que acabaram um desses processos. O progresso de qualquer item que ainda esteja em análise ou implementação também será notado no relatório, mostrando o estado da acção e a percentagem da frota que já está completa com essa acção (se aplicável). Estes itens devem permanecer no relatório mensal até todas as acções serem completas e a fiabilidade mostre resultados positivos.

Outra informação, tais como a lista dos níveis de alerta (por capítulo ATA ou por item) e informação geral sobre a fiabilidade da frota, também deve ser incluída no relatório mensal. Itens como taxas de despacho, razões de atrasos e/ou cancelamentos, FH e FC ou outras alterações significativas das operações que afectem a manutenção, devem também ser incluídas.

O relatório deve ser organizado por tipo de frota, ou seja, cada tipo de avião deve ter a sua secção no relatório.

O relatório mensal não é apenas a compilação de gráficos, tabelas e números. É uma ferramenta de trabalho para a gestão da manutenção. Para além de fornecer estatísticas operacionais como o número de aeronaves em serviço, o número de horas voadas, e assim por diante, também proporciona uma gestão com um retrato dos problemas que foram encontrados (se houver), e o que está a ser feito acerca desses problemas. Também faz o rastreio do progresso e eficácia da acção correctiva (Kinnison, 2004).

A responsabilidade de elaborar o relatório mensal de fiabilidade é do departamento de fiabilidade.

3.3. Grupo de Controlo da Fiabilidade

O Grupo de Controlo de Fiabilidade – GCF, é um grupo constituído por diversos elementos da operadora aérea. É composto pelos elementos abaixo descritos, entre outros que a operadora entender:

- Director de Manutenção e Engenharia;
- Responsável pelo estudo de fiabilidade;
- Director de operações de voo;
- Director de qualidade;
- Director de Segurança de voo;
- Representante das entidades aeronáuticas.

O GCF reúne-se mensalmente para discutir a situação geral da fiabilidade e discutir sobre os itens que se encontram em alerta. Os itens que estão em vias de estar em estado de

alerta para o próximo mês, devem ser discutidos primeiramente, para determinar se necessitam de uma investigação *a priori* por parte da engenharia. Possíveis problemas e soluções podem ser sugeridos. De seguida, devem ser discutidos os itens que estão em processo de acções correctivas, para seguir e analisar o seu estado e avaliar a eficácia das mesmas (Kinnison, 2004).

Outras situações discutidas no GCF passa pelo estabelecimento de níveis de alerta e ajustamento destes se necessário, para uma gestão eficaz dos problemas.

O grupo de controlo de fiabilidade tem como objectivo analisar e controlar todos os parâmetros aqui referidos, contribuindo para a segurança e aeronavegabilidade contínua das aeronaves, bem como redução de custos da companhia.

Para tal, tem como responsabilidade a implementação de:

- **Acções correctivas** – Acção imediata de um determinado problema;
- **Acções preventivas** – Acções para prevenir futuros problemas ou para melhorar a longo prazo um sistema/procedimento;
- **Outras acções**, tais como: redução de custos operacionais, materiais, humanos, etc.

3.4. Outras funções do Programa de Fiabilidade

A investigação dos itens em alerta pela engenharia, frequentemente resulta na necessidade de alterações no PMA. Isto pode significar:

- a) Alterações em tarefas específicas;
- b) Ajustamentos nos intervalos de manutenção de algumas tarefas;
- c) Alterações nos processos de manutenção (HT, OC e CM) a que cada componente está assignado. A alteração numa tarefa pode implicar reescrever procedimentos de manutenção e/ou de testes, ou implementar novos procedimentos, mais eficientes.

Os ajustamentos nos intervalos de manutenção podem ser a solução de um determinado problema. Por exemplo, uma acção de manutenção que seja realizada mensalmente, devia ser na verdade realizada semanalmente ou até diariamente para reduzir a taxa de eventos.

O programa de fiabilidade deve fornecer as regras e processos usados para ajustar estes intervalos.

O GCF deve aprovar estas alterações, e em algumas situações, as entidades aeronáuticas também têm de aprovar.

Geralmente, a alteração para um intervalo mais apertado não tem dificuldades, apesar de isso significar aumento de custos de manutenção. Estes custos têm como compensação a redução da taxa de eventos que implicam a mudança e uma redução nos requisitos de manutenção decorrentes dessa mesma mudança. A economia desta mudança é uma das preocupações que a engenharia deve enfrentar durante a investigação do estado de alerta. O custo dessa mudança pode ou não compensar o ganho de fiabilidade ou desempenho (Kinnison, 2004).

3.5. O Manual de Fiabilidade

A implementação do programa de fiabilidade numa companhia aérea, é sustentado através de um manual de fiabilidade. Os procedimentos sobre tudo o que se irá executar têm de ser escritos para futuras referências. Por isso, todos os aspectos que já foram referidos sobre o Programa de Fiabilidade e todas as etapas básicas descritas na figura seguinte (figura 3.5), têm de ser documentadas e oficializadas, assinado pelo GCF e aprovado pelo INAC, a autoridade aeronáutica portuguesa.

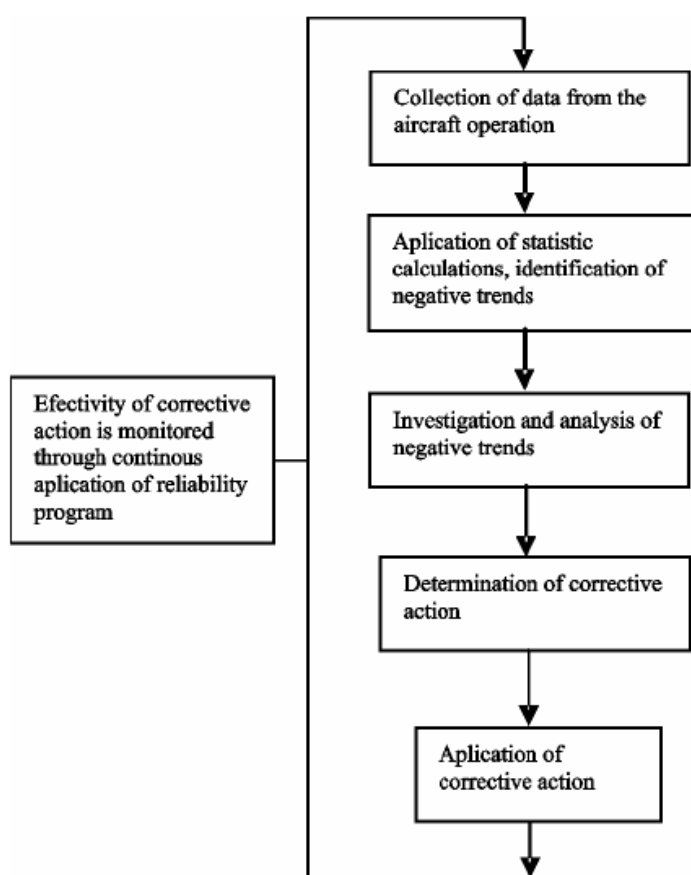


Figura 3.6 - Fluxograma de tarefas básicas (Fonte: Galović, Borivoj; Marušić, Željko; Pita, Omer, 2007)

O manual deve incluir detalhadamente toda a informação acerca da recolha de dados, investigação dos problemas, implementação de ações correctivas e ações de *follow-up*, referidas já anteriormente. Também deve incluir: a forma de cálculo dos níveis de alerta (UCL); quando se deve começar uma investigação e de que forma proceder; definição das responsabilidades dos elementos do GCF; e o formato do relatório mensal de fiabilidade,

capítulos e subcapítulos. O manual deve ainda ter elementos administrativos tais como: lista de revisões, lista de distribuição, lista de páginas efectivas e as assinaturas de aprovação.

Após o programa de fiabilidade estar definido e do manual elaborado, este deve ser submetido para o INAC para aprovação. Assim que este der a sua aprovação, a companhia aérea tem permissão para proceder com a implementação do programa de fiabilidade.

CAPÍTULO 4 – RELATÓRIO MENSAL DE FIABILIDADE

4.1. Constituição da Frota

A frota da companhia aérea *White Airways* é composta por 6 aeronaves *Airbus*. Descreve-se na seguinte tabela, cada uma das aeronaves em questão.

É de salientar que, nesta dissertação, não será revelada a verdadeira identificação das aeronaves, nem revelados os valores reais dos dados. Os dados aqui referidos servem meramente como exemplo, para demonstração da realização do relatório e dos respectivos cálculos associados ao mesmo.

Tabela 4.1 - Identificação das aeronaves da companhia aérea *White Airways*

| Marca/Modelo | Matrícula |
|---------------------------|---------------------|
| <i>Manufacturer/Model</i> | <i>Registration</i> |
| AIRBUS MOD1 | CS-AAA |
| | CS-BBB |
| | CS-CCC |
| AIRBUS MOD2 | CS-XXX |
| | CS-YYY |
| AIRBUS MOD3 | CS-ZZZ |

4.2. Constituição do Relatório

O relatório mensal de fiabilidade é constituído pelos seguintes capítulos:

Tabela 4.2 - Constituição do relatório mensal de fiabilidade

| Relatório de Fiabilidade | | | | |
|-------------------------------------|---------------|-------------|--|--|
| Capítulos | Periodicidade | Excedência | Aplicabilidade | |
| 1 Estatísticas Gerais | Mensal | M + 20 dias | Todos os tipos de aeronave | |
| 2 <i>Occurance Reports</i> | Mensal | M + 20 dias | Todos os tipos de aeronave | |
| 3 Remoção de componentes Nível 1 | Anual | Y + 5 meses | A319/A320 | |
| | | Y + 8 meses | A310 | |
| 4 Remoção de componentes Nível 2 | Mensal | M + 20 dias | Todos os tipos de aeronave | |
| 5 Remoção de Motores/APU | Mensal | M + 20 dias | Todos os tipos de aeronave | |
| 6 Relatório ETOPS | Mensal | M + 20 dias | Todos os motores que operam sob as condições ETOPS | |
| 7 Análise de Resultados | ----- | ----- | ----- | |

Todos estes capítulos são obrigatórios de acordo com a *Airbus* (SIL 00-057), e devem ser elaborados para cada tipo de frota. No caso desta companhia, terão de ser elaborados 3 relatórios mensais de fiabilidade para cada tipo de frota (MOD1, MOD2 e MOD3).

4.2.1. Estatísticas Gerais

Este capítulo deve conter a informação mais generalista sobre as aeronaves e o seu desempenho mensal. Os parâmetros que devem constar neste capítulo, são:

- FH e T/O mensais, totais e por MSN;
- FH e T/O de operações ETOPS mensais;

- Descrição das Interrupções operacionais (atrasos e cancelamentos) incluindo:
 - Tipo de Aeronave;
 - MSN ou Matrícula da aeronave;
 - Data de ocorrência;
 - Estação de partida e de chegada;
 - Efeito no voo (i.e. Atrasos, cancelamentos, etc.). Deve especificar-se sempre que se trate de um voo ETOPS;
 - Duração do atraso em minutos, se aplicável;
 - Descrição do PIREP e respectiva acção de manutenção. No caso de substituição do componente, o P/N e o S/N ON/OFF deve ser registado.
- Contagem mensal de PIREP e MAREP, por sistema ATA (2 dígitos);
- Anomalias pendentes por aeronave, por dia, por itens MEL;
- Dias em que a aeronave esteve fora de serviço (ADOS) para realização de tarefas de manutenção programadas e não programadas;
- Substituições de aeronaves.

4.2.2. Occurance Reports

Os *occurrence reports* podem ser por exemplo, *In-flight Turn Back* ou Desvios e os parâmetros que devem constar neste capítulo, são:

- Tipo de aeronave;
- Matrícula da aeronave;
- Estação de partida e chegada;
- Data da ocorrência;
- Voo e ATA;
- Descrição do incidente;
- Acções Correctivas;
- ORR (*Occurance Report Rate per 100 FH*).

4.2.3. Remoção de componentes

A recolha de dados sobre a remoção de componentes divide-se em dois níveis. A diferença entre os níveis está na frequência com que se realizam cada um deles e a quantidade de informação recolhida.

(Nível 1)

Os parâmetros que devem constar neste capítulo, são:

- Tipo de aeronave e o período de estudo;
- P/N de Fabrico do componente ou P/N interno da companhia, e nestes casos, elaborar uma lista com o cruzamento dos dois P/N;
- Quantidades de componentes por cada aeronave;
- Número de remoções não programadas ou Tempo médio entre remoções não programadas (MTBUR);
- E se disponível: o Tempo médio entre falhas (MTBF), com um mínimo de 3 casa decimais.

(Nível 2)

Os parâmetros que devem constar neste capítulo, são:

- MSN ou matrícula da aeronave que sofreu a substituição de componente;
- Data da remoção;
- P/N de Fabrico do componente ou P/N interno da companhia, e nestes casos, elaborar uma lista com o cruzamento dos dois P/N;
- S/N do componente;
- A denominação do componente (se disponível);
- Quantidade de componentes por avião (QPA);
- Capítulo ATA (desde 2 dígitos até 6 dígitos);
- Tipo de remoção (U – Unscheduled, S – Scheduled);
- O motivo de remoção;
- O tempo de operação, em horas, se disponível;
- O tempo de operação, em ciclos, se disponível.

4.2.5. Remoção de motores/APU

Os parâmetros que devem constar neste capítulo, são:

- Tipo de aeronave
- Capítulo ATA;
- Tipo de Motor/APU, S/N OFF/ON;
- MSN;
- Posição do motor;
- Número de ciclos desde a instalação (CSI) e Tempo de voo desde a instalação (TSI);
- Data da ocorrência;
- Remoção planeada (Sim ou Não);
- Razão da remoção. Essa remoção deve ser classificada: Básica/Não Básica e Planeada/Não-Planeada.

Nota: *In Flight Shut Down* (IFSD) devem ser reportados como *Occurance Reports*.

4.2.6. Relatório ETOPS

- Tipo de aeronave;
- Tipo de motor;
- Tempo máximo de “*diversion*” (90, 120 ou 180 minutos);
- Rotas ETOPS voadas;
- Horas de voo e *Take-offs* ETOPS mensais.

Nota: As interrupções operacionais que afectem os voos ETOPS, devem ser identificados no relatório mensal de Fiabilidade.

4.3. Apresentação e análise do Relatório Mensal de Fiabilidade

Apresenta-se de seguida um relatório mensal de fiabilidade, como exemplo, relativamente ao mês de Julho de 2009. Volta-se a reforçar que todos os dados apresentados, não são valores reais, pois o objectivo desta dissertação é demonstrar como se implementa um programa de fiabilidade numa companhia aérea e não estudar o desempenho actual da mesma.

4.3.1. Estatísticas Gerais

4.3.1.1 FH e T/O mensais, totais e por MSN

Apresentam-se nas seguintes tabelas o número de horas voadas e ciclos efectuados da Frota A310 relativamente ao mês de Julho.

| Tabela 4.3 – FH da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho | | | | | |
|---|-------|------------|------------|------------|-------------------|
| FH Frota AIRBUS MOD 1 | | | | | |
| 2008 | | CS-AAA | CS-BBB | CS-CCC | TOTAL |
| | Ago | 150:11:00 | 212:20:00 | 180:24:00 | 542:55:00 |
| | Set | 96:41:00 | 34:52:00 | 223:20:00 | 354:53:00 |
| | Out | 160:55:00 | 10:34:00 | 159:56:00 | 331:25:00 |
| | Nov | 360:49:00 | 224:31:00 | 321:01:00 | 906:21:00 |
| | Dez | 160:45:00 | 196:82:00 | 246:55:00 | 407:40:00 |
| 2009 | Jan | 206:33:00 | 242:55:00 | 189:38:00 | 639:06:00 |
| | Fev | 85:93:00 | 165:52:00 | 75:27:00 | 241:19:00 |
| | Mar | 45:48:00 | 205:37:00 | 98:45:00 | 350:10:00 |
| | Abr | 84:83:00 | 125:48:00 | 201:26:00 | 327:14:00 |
| | Mai | 104:31:00 | 45:92:00 | 165:14:00 | 269:45:00 |
| | Jun | 93:42:00 | 43:27:00 | 198:51:00 | 336:00:00 |
| 2009 | Jul | 172:21:00 | 271:28:00 | 231:20:00 | 675:09:00 |
| | TOTAL | 1552:16:00 | 1537:24:00 | 2292:17:00 | 5381:57:00 |

Tabela 4.4 – T/O da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho

| T/O Frota AIRBUS MOD 1 | | | | | |
|------------------------|-------|--------|--------|--------|-------|
| | | CS-AAA | CS-BBB | CS-CCC | TOTAL |
| 2008 | Ago | 18 | 45 | 41 | 104 |
| | Set | 12 | 7 | 50 | 69 |
| | Out | 38 | 4 | 32 | 74 |
| | Nov | 92 | 26 | 69 | 187 |
| | Dez | 41 | 30 | 40 | 111 |
| 2009 | Jan | 50 | 36 | 45 | 131 |
| | Fev | 12 | 19 | 6 | 37 |
| | Mar | 5 | 23 | 14 | 42 |
| | Abr | 11 | 18 | 42 | 71 |
| | Mai | 16 | 9 | 25 | 50 |
| | Jun | 16 | 25 | 33 | 74 |
| | Jul | 53 | 47 | 40 | 140 |
| | TOTAL | 364 | 289 | 437 | 1090 |

São igualmente apresentadas as informações relativas aos meses anteriores (12 meses na totalidade), pois como já referido anteriormente na presente dissertação, a fiabilidade histórica é fundamental pois permite verificar se o desempenho dos parâmetros está a decorrer uniformemente, tendo em conta a sazonalidade das operações.

4.3.1.2 FH e T/O de operações ETOPS mensais

Os próximos parâmetros apresentados são os voos ETOPS efectuados pelas aeronaves durante o mesmo período de tempo referido no subcapítulo anterior.

Tabela 4.5 - Voos ETOPS da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho

| Voos ETOPS AIRBUS MOD 1 | | | | | |
|-------------------------|-------|--------|--------|--------|-------|
| | | CS-AAA | CS-BBB | CS-CCC | TOTAL |
| 2008 | Ago | 15 | 43 | 29 | 87 |
| | Set | 11 | 6 | 45 | 62 |
| | Out | 35 | 3 | 30 | 68 |
| | Nov | 85 | 25 | 60 | 170 |
| | Dez | 39 | 30 | 38 | 107 |
| 2009 | Jan | 48 | 35 | 43 | 126 |
| | Fev | 11 | 18 | 5 | 34 |
| | Mar | 5 | 23 | 13 | 41 |
| | Abr | 10 | 15 | 38 | 63 |
| | Mai | 14 | 8 | 23 | 45 |
| | Jun | 14 | 24 | 24 | 62 |
| | Jul | 53 | 46 | 40 | 139 |
| | TOTAL | 340 | 276 | 388 | 1004 |

Ou seja, no caso da aeronave CS-AAA, no mês de Julho, da totalidade de voos que efectuou, 53 deles foram operações ETOPS. Observando a tabela 4.4, verifica-se assim que todos os voos que a aeronave efectuou foram, de facto, ETOPS.

Mas esta situação não ocorre obrigatoriamente. Mesmo que uma aeronave possua certificação para voar ETOPS, não necessariamente que todos os trajectos que esta faça, sejam programados para ser ETOPS. Como exemplo, a aeronave CS-CCC efectuou 47 voos no mês de Julho, dos quais 46 foram trajectos ETOPS.

4.3.1.3. Interrupções Operacionais

As interrupções operacionais podem ter diversas causas, assim como podem causar várias consequências. Essas consequências são geralmente atrasos ou cancelamentos de voos.

Para o cálculo da taxa de interrupções operacionais, é necessário averiguar primeiramente quantos atrasos e cancelamentos ocorreram. Apresentam-se essas informações nas tabelas seguintes.

Tabela 4.6 - Atrasos da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho

| Atrasos Frota AIRBUS MOD 1 | | | | | |
|----------------------------|-------|-----------|-----------|-----------|-------|
| | | > 15 min. | > 2 horas | > 6 horas | TOTAL |
| 2008 | Ago | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | Set | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | Out | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | Nov | 1 | 1 | 0 | 2 |
| | Dez | 2 | 0 | 0 | 2 |
| | Jan | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 2009 | Fev | 3 | 0 | 0 | 3 |
| | Mar | 3 | 0 | 0 | 3 |
| | Abr | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | Mai | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | Jun | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Jul | 3 | 0 | 0 | 3 |
| | TOTAL | 15 | 2 | 0 | 17 |

Tabela 4.7 - Cancelamentos da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho

| Cancelamentos Frota AIRBUS MOD 1 | | | | | |
|----------------------------------|-------|-----------|-----------|-----------|-------|
| | | > 15 min. | > 2 horas | > 6 horas | TOTAL |
| 2008 | Ago | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Set | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Out | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Nov | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | Dez | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Jan | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2009 | Fev | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | Mar | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Abr | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Mai | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Jun | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Jul | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | TOTAL | 1 | 0 | 1 | 2 |

Verifica-se através das tabelas anteriores, que no mês de Julho ocorreram 3 atrasos e 0 cancelamentos.

Descrevem-se de seguida o total das interrupções operacionais do mês de Julho.

Tabela 4.8 - Descrição das Interrupções Operacionais da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho

| I.O. | Aeronave | Data de ocorrência | Estação de Partida | Estação de Chegada | Efeito no voo | Tipo | ETOPS | Duração do atraso (se aplicável) | Descrição PIREP | ATA | Acção de Manutenção | Substituição de componente (se aplicável) | |
|------|----------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------|------|-------|----------------------------------|--|-----|--|---|------------------|
| | | | | | | | | | | | | OFF | ON |
| 1 | CS-AAA | 01-07-2009 | Cidade A | Cidade B | Delay | 41 | S | 15 min | APU auto shut down | 49 | Swapped APU FANair valve with A/C CS-BBB for troubleshooting. APU tested ok on ground. | 397728-8 / 2489C | 397728-8 / 2277C |
| 2 | CS-AAA | 09-07-2009 | Cidade C | Cidade D | Delay | 41 | N | 32 min | Cargo Door Not closed (Unable) | | Fwd Cargo door closed by manual method | - | - |
| 3 | CS-BBB | 14-07-2009 | Cidade E | Cidade F | Delay | 41 | S | 1h 10 min | Flaps system fault and don't reset with breakers | 29 | Replenished blue system | - | - |
| 4 | CS-BBB | 21-07-2009 | Cidade G | Cidade H | ----- | 41 | S | 35 min | Blue system low level | 29 | Replenished blue system | - | - |

Verifica-se que ocorreram quatro interrupções operacionais, no mês de Julho, devido à manutenção, três das quais resultaram no atraso do voo que estaria para ser efectuado.

O próximo passo é calcular a taxa de I.O., visto que já se possui toda a informação necessária. Apresenta-se na seguinte tabela o cálculo dessa taxa, e ainda o cálculo da taxa I.O. com uma média móvel a 3 meses.

Tabela 4.9 - Taxa de Interrupções Operacionais da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho

| Ano | Meses | FH per month | Interrupções Operacionais | Taxa I.O. | Taxa I.O. (média móvel a 3 meses) |
|------|------------|--------------|---------------------------|-----------|-----------------------------------|
| 2008 | Ago | 542:55:00 | 4 | 17,68 | - |
| | Set | 354:53:00 | 2 | 13,53 | - |
| | Out | 331:25:00 | 1 | 7,24 | 13,67 |
| | Nov | 906:21:00 | 6 | 15,89 | 13,56 |
| | Dez | 407:40:00 | 4 | 23,55 | 16,04 |
| 2009 | Jan | 639:06:00 | 3 | 11,27 | 15,97 |
| | Fev | 241:19:00 | 1 | 9,95 | 14,91 |
| | Mar | 350:10:00 | 1 | 6,85 | 9,75 |
| | Abr | 327:14:00 | 1 | 7,33 | 7,84 |
| | Mai | 269:45:00 | 3 | 26,69 | 12,67 |
| | Jun | 336:00:00 | 5 | 35,71 | 23,15 |
| | Jul | 675:09:00 | 4 | 14,22 | 22,48 |

Para melhor se observar o comportamento da frota no mês de Julho, relativamente à ocorrência de interrupções operacionais, apresenta-se seguidamente, de forma gráfica, os resultados obtidos.

Estas taxas são importantes pois se a frota apresentar uma taxa muito alta, pode ser necessário substituir o tipo de frota.

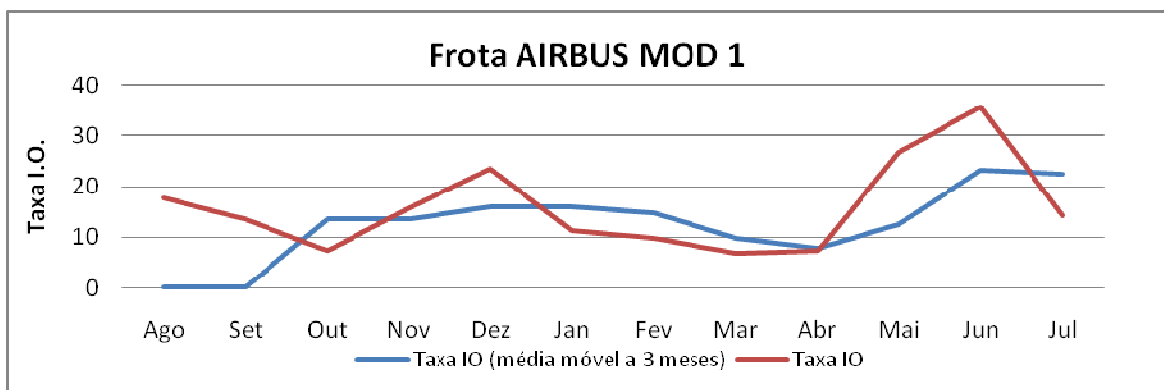


Figura 4.1 - Representação gráfica das Taxas das Interrupções Operacionais da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho

A média móvel serve para tornar o desempenho da frota mais realista. Analisando o gráfico anterior, verifica-se que a taxa de I.O. calculada com uma média móvel de 3 meses é menos inconstante do que a taxa de I.O. calculada normalmente. No mês de Julho verifica-se uma descida na taxa de I.O..

4.3.1.4. Contagem mensal de queixas por sistema ATA

Este capítulo trata da contagem mensal de queixas PIREP e MAREP por sistema ATA, no mês em estudo. A primeira fase é a recolha em bruto dos dados. A segunda fase é a determinação do UCL para possibilitar o controlo das queixas.

Seguidamente apresenta-se o total de queixas (PIREP e MAREP) do mês de Julho, por sistema ATA e por aeronave.

Tabela 4.10 - Total queixas PIREP & MAREP da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho

| JULHO | | | | | | | | |
|--------------|----------|----------|--------------|-----------|----------|--------------|----------|----------|
| ATA | CS-AAA | | ATA | CS-BBB | | ATA | CS-CCC | |
| | PIREP | MAREP | | PIREP | MAREP | | PIREP | MAREP |
| 21 | 1 | 0 | 21 | 0 | 0 | 21 | 0 | 0 |
| 22 | 1 | 0 | 22 | 0 | 0 | 22 | 0 | 0 |
| 23 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 |
| 24 | 0 | 1 | 24 | 0 | 1 | 24 | 0 | 0 |
| 25 | 0 | 0 | 25 | 1 | 0 | 25 | 0 | 0 |
| 26 | 0 | 0 | 26 | 0 | 0 | 26 | 0 | 0 |
| 27 | 0 | 0 | 27 | 0 | 0 | 27 | 2 | 1 |
| 28 | 1 | 0 | 28 | 3 | 1 | 28 | 1 | 1 |
| 29 | 1 | 1 | 29 | 1 | 0 | 29 | 0 | 0 |
| 30 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| 31 | 0 | 0 | 31 | 0 | 1 | 31 | 0 | 0 |
| 32 | 1 | 1 | 32 | 1 | 2 | 32 | 1 | 1 |
| 33 | 0 | 0 | 33 | 1 | 0 | 33 | 1 | 0 |
| 34 | 0 | 1 | 34 | 1 | 1 | 34 | 1 | 2 |
| 35 | 0 | 0 | 35 | 0 | 0 | 35 | 0 | 0 |
| 36 | 1 | 0 | 36 | 2 | 0 | 36 | 1 | 0 |
| 37 | 0 | 0 | 37 | 0 | 0 | 37 | 0 | 0 |
| 38 | 0 | 0 | 38 | 0 | 0 | 38 | 0 | 0 |
| 45 | 0 | 0 | 45 | 0 | 0 | 45 | 0 | 0 |
| 49 | 0 | 0 | 49 | 1 | 0 | 49 | 0 | 1 |
| 52 | 0 | 0 | 52 | 1 | 0 | 52 | 0 | 0 |
| 53 | 0 | 0 | 53 | 0 | 0 | 53 | 0 | 0 |
| 54 | 0 | 0 | 54 | 0 | 0 | 54 | 0 | 0 |
| 55 | 0 | 0 | 55 | 0 | 0 | 55 | 0 | 0 |
| 56 | 1 | 0 | 56 | 0 | 0 | 56 | 0 | 0 |
| 57 | 0 | 0 | 57 | 0 | 0 | 57 | 0 | 0 |
| 71 | 0 | 0 | 71 | 0 | 0 | 71 | 0 | 0 |
| 72 | 0 | 0 | 72 | 0 | 0 | 72 | 0 | 0 |
| 73 | 0 | 0 | 73 | 0 | 0 | 73 | 2 | 0 |
| 74 | 0 | 1 | 74 | 0 | 0 | 74 | 0 | 0 |
| 75 | 0 | 0 | 75 | 0 | 0 | 75 | 0 | 0 |
| 76 | 0 | 0 | 76 | 0 | 0 | 76 | 0 | 1 |
| 77 | 0 | 0 | 77 | 0 | 0 | 77 | 0 | 0 |
| 78 | 0 | 0 | 78 | 0 | 0 | 78 | 0 | 0 |
| 79 | 0 | 0 | 79 | 0 | 0 | 79 | 0 | 0 |
| 80 | 0 | 0 | 80 | 0 | 1 | 80 | 0 | 0 |
| TOTAL | 7 | 5 | TOTAL | 12 | 6 | TOTAL | 9 | 7 |

Nesta análise, interessa efectuar o estudo de queixas por sistema ATA, isto é, a verificação de quantas queixas (PIREPS e MAREPS) ocorreram por ATA.

O primeiro passo é calcular a taxa de queixas (PIREP/MAREP) por cada 100 T/O. Este passo deve ser efectuado para todos os sistemas e para os dois tipos de queixas.

Como exemplo, usar-se-á o sistema 21 (Ar Condicionado) para exemplificar os cálculos que devem ser efectuados.

Tabela 4.11 - Cálculo das taxas de queixas PIREP & MAREP por cada 100 T/O

| | | ATA 21 | | | | | | |
|------|-----|-------------|-------------|-----|------------------------|------------------------|--|--|
| | | TOTAL PIREP | TOTAL MAREP | T/O | Taxa PIREP por 100 T/O | Taxa MAREP por 100 T/O | Taxa PIREP por 100 T/O (média móvel a 3 meses) | Taxa MAREP por 100 T/O (média móvel a 3 meses) |
| 2008 | Ago | 2 | 0 | 104 | 1,92 | 0,00 | - | - |
| | Set | 1 | 0 | 69 | 1,45 | 0,00 | - | - |
| | Out | 0 | 3 | 74 | 0,00 | 4,05 | 0,00 | 4,05 |
| | Nov | 3 | 1 | 187 | 1,60 | 0,53 | 1,60 | 0,53 |
| | Dez | 2 | 1 | 111 | 1,80 | 0,90 | 1,80 | 0,90 |
| 2009 | Jan | 0 | 0 | 131 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | Fev | 0 | 2 | 37 | 0,00 | 5,41 | 0,00 | 5,41 |
| | Mar | 4 | 3 | 42 | 9,52 | 7,14 | 9,52 | 7,14 |
| | Abr | 3 | 0 | 71 | 4,23 | 0,00 | 4,23 | 0,00 |
| | Mai | 2 | 1 | 50 | 4,00 | 2,00 | 4,00 | 2,00 |
| | Jun | 1 | 0 | 74 | 1,35 | 0,00 | 1,35 | 0,00 |
| | Jul | 3 | 1 | 140 | 2,14 | 0,71 | 2,14 | 0,71 |

O segundo passo é calcular \bar{X} , isto é, a média do parâmetro que está a ser utilizado como medida, as taxas. Pode ser calculada através da expressão (5).

Tabela 4.12 - Cálculo da média das taxas de queixas PIREP & MAREP

| | PIREP | MAREP |
|-----------|-------|-------|
| \bar{X} | 2,46 | 2,08 |

O terceiro passo é calcular o desvio padrão, através da expressão (3).

Tabela 4.13 - Cálculo do desvio padrão das taxas de queixas PIREP & MAREP

| | PIREP | MAREP |
|----------|-------|-------|
| σ | 2,91 | 2,57 |

O último passo é então o cálculo do UCL, através da expressão (4), considerando $K=3$, pois a frota em questão é de pequena dimensão.

Tabela 4.14 - Cálculo dos Níveis de Alerta (UCL)

| | PIREP | MAREP |
|-----|-------|-------|
| UCL | 11,18 | 9,77 |

Graficamente pode representar-se da seguinte forma:

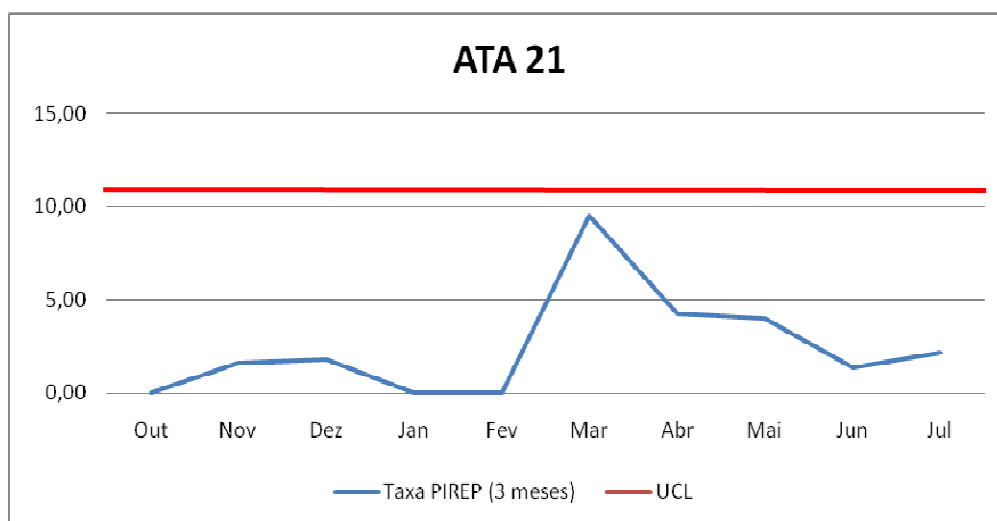


Figura 4.2 - Representação gráfica da taxa PIREP e do UCL (ATA 21)

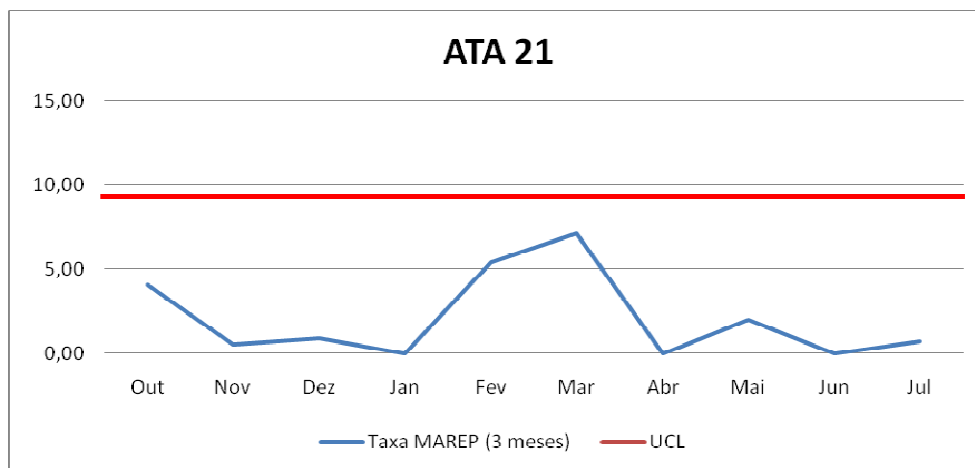


Figura 4.3 - Representação gráfica da taxa MAREP e do UCL (ATA 21)

Analisando este caso, não se verifica que em qualquer mês tivesse ocorrido uma ultrapassagem do nível de alerta. No mês de Março verificou-se um aumento significativo de queixas nestes sistemas ATA, mas ainda assim sempre abaixo do nível de alerta. Mas como o mês actual de estudo é o mês de Julho, pode admitir-se que as queixas se encontram num nível bastante admissível, e portanto, tenho em conta o seu histórico, não é um sistema com problemas.

Quando existe um excesso número de queixas de um determinado sistema interessa verificar se essas queixas ocorrem em todas as aeronaves do tipo de frota AIRBUS MOD 1, ou se apenas em uma das aeronaves. Se se verificar em todas as aeronaves, então pode-se estar perante um problema no sistema. Se pelo contrário, ocorrerem apenas numa das aeronaves, então o problema pode ser do sistema ou da própria aeronave e os sistemas inerentes ao sistema que possui problemas.

Este controlo é extremamente útil na medida em que permite filtrar os problemas, pois uma aeronave é um sistema muito complexo com grandes quantidades de componentes.

Para um controlo mais abrangente de todos os sistemas e uma rápida análise do desempenho do sistema global, pode ainda utilizar-se uma tabela semelhante à tabela 3.1.

É fácil perceber através desta tabela quais os sistemas que devem ser acompanhados com mais atenção. Sempre que se verifica um sistema em estado de controlo, este deve ser acompanhado com mais rigor.

4.3.1.5. Anomalias pendentes por aeronave, por dia, por itens MEL

As anomalias pendentes são consequência de anomalias detectadas que por algum motivo não é possível resolvê-las na altura, e assim são registadas para mais tarde corrigir. Assim que possível essas anomalias são corrigidas, tendo em conta o prazo de resolução de cada uma.

Apresenta-se no quadro seguinte as anomalias pendentes no mês de Julho.

Tabela 4.15 - Anomalias pendentes da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho

| Nº HIL | MSN | Nº Slip | Data ocorrência | Descrição do problema | Classificação MEL | MEL Chapter | Data de resolução | Descrição da resolução |
|--------|--------|---------|-----------------|--|-------------------|-------------|-------------------|---|
| XXAX | CS-AAA | XA111 | XX-07-2009 | Engine trim #1 inoperative on TO. | C | 73-1-02 | XX-08-2009 | Performed replacement MEC. |
| XXBX | CS-AAA | C111 | XX-07-2009 | Seat 21D is broken. | N/A | - | XX-07-2009 | Arm rest repaired. Seat 21D is serviceable. |
| XXCX | CS-BBB | XA222 | XX-07-2009 | Engine trim #1 failed on TO. | C | 02-73-1 | XX-07-2009 | It was replaced the throttle sensor (Micro switches) LH. |
| XXDX | CS-CCC | XA333 | XX-07-2009 | Power plant - engine trim #1 failed on TO. | C | 73-01 | XX-07-2009 | After trouble shooting replaced control alternative tested on ground found satis. |
| XXEX | CS-CCC | XA444 | XX-07-2009 | During inspection T1 found visual down lock RH MLG broken. | C | 32-22 | XX-07-2009 | Installed new collar. |

Sendo que a respectiva legenda se apresenta na tabela seguinte.

Tabela 4.16 - Legenda da Classificação MEL

| Legenda da Classificação MEL | |
|------------------------------|-----------------------------------|
| A | Depende dos <i>remarks</i> no MEL |
| B | 3 dias |
| C | 10 dias |
| D | 120 dias |

4.3.1.6. ADOS

O número de dias em que as aeronaves estiveram fora de serviço no mês de Julho, para manutenção programada e não programada, apresenta-se na tabela seguinte.

Tabela 4.17 - ADOS da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho

| | Dias Mês | Days out-of-service | Disponibilidade |
|--------|----------|---------------------|-----------------|
| CS-AAA | 31 | 1 | 97% |
| CS-BBB | 31 | 2 | 94% |
| CS-CCC | 31 | 10 | 68% |

4.3.1.7. Substituição de Aeronaves

O número de substituições de aeronaves no mês de Julho apresenta-se na tabela seguinte.

Tabela 4.18 - Substituições de aeronaves da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho

| JULHO | |
|----------------------------|---|
| Substituições de aeronaves | 0 |

Assim, no mês de Julho não se verificou qualquer substituição de aeronaves.

4.3.2. *Occurance Reports*

Os *Occurance Reports* são relatórios produzidos após ocorrências/incidentes/acidentes ocorridos durante a paragem da aeronave ou durante o voo.

Os *occurance reports* do mês de Julho estão registados na tabela seguinte.

Tabela 4.19 - Descrição dos *Occurance Reports* - Substituições de aeronaves da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho

| | Data | Voo | Estação Partida | Estação Chegada | Fonte | ATA | Descrição | Acções Correctivas | Nota |
|--------|------------|---------|-----------------|-----------------|--------|-----|---|--|---|
| CS-AAA | XX-05-2009 | WHT 999 | Origem 1 | Destino 1 | XA11 1 | 28 | Left inner tank pump #1 & #2 LO press. Reset acwiding to QRH 7,03 and 7,05 (Fuel gravity feeding) not successful. Diverte to PDL. | | Diversion to Ponta Delgada |
| | XX-08-2009 | WHT 888 | Origem 2 | Destino 2 | XA22 2 | 12 | After T/O landing gear didn't come up in both systems | | - |
| CS-BBB | XX-03-2009 | WHT 777 | Origem 3 | Destino 3 | XA33 3 | 79 | Rejected T/O | Verification of master chip detector; Pressure switches replacement; Oil pressure transmitter replacement. | - |
| | XX-12-2008 | AI11 11 | Origem 4 | Destino 4 | XA44 4 | 51 | Right wing fuel leak near the Krueger | Repaired | Diversion to Abu Dhabi (United Arab Emirates) |
| CS-CCC | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Após a recolha desta informação, é importante verificar o comportamento da respectiva taxa de OR.

Tabela 4.20 - Taxa de *Occurance Report* da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho

| Frota A310 | | | | |
|------------|-----|-----------|----|------------------------------|
| 2008 | | FH | OR | Taxa <i>Occurance Report</i> |
| | Ago | 542:55:00 | 2 | 3,69 |
| | Set | 354:53:00 | 1 | 2,82 |
| | Out | 331:25:00 | 0 | 0 |
| | Nov | 906:21:00 | 0 | 0 |
| | Dez | 407:40:00 | 1 | 2,46 |
| | Jan | 639:06:00 | 0 | 0 |
| 2009 | Fev | 241:19:00 | 0 | 0 |
| | Mar | 350:10:00 | 1 | 2,86 |
| | Abr | 327:14:00 | 0 | 0 |
| | Mai | 269:45:00 | 1 | 3,72 |
| | Jun | 336:00:00 | 0 | 0 |
| | Jul | 675:09:00 | 4 | 5,93 |

Analisando a tabela anterior verifica-se que houve um aumento da taxa de *Occurance Reports* no mês de Julho. O número de ocorrências foi de 4, e num histórico de 12 meses, o máximo atingido foi de 2 ocorrências. Pode justificar-se este facto com o aumento de voos da frota neste mês, tendo em conta que é uma época alta, com bastantes solicitações de transporte aéreo, e por isso as aeronaves estão mais propícias a encontrar este tipo de ocorrências.

4.3.3. Remoção de componentes (Nível 1 e Nível 2)

A remoção de componentes trata de verificar que componentes são retirados das aeronaves, o motivo da substituição e ainda se foi uma substituição planeada ou não.

Apresenta-se na tabela seguinte, o controlo de componentes efectuado no mês de Julho.

Tabela 4.21 - Remoção de Componentes da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho

| Componentes | | | | | | | Fiabilidade estatística | | | |
|-------------|--------------------------------|----------------|-----|-----|-----------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------|------|
| MSN | Designação | P/N | QPA | ATA | Tipo de Remoção | Motivo | Máximo Horas em Funcionamento | Média Horas em Funcionamento | MTBUR | MTBF |
| CS-AAA | Battery contactor | 2520 | 3 | 24 | U | Battery with low voltage. | 571 | 512 | 5250 | 1750 |
| | Wheel NLG | 286351005-1 | 1 | 32 | U | NLG #2 U/S. | 746 | 637 | 1750 | 1750 |
| | FCC-Flight Control Computer | B470ADM | 2 | 22 | U | FMC #1 failed during flight. | 952 | 916 | 3500 | 1750 |
| | RAM Air Turbine | 730816E | 1 | 29 | U | Turbine failed. | 1935 | 1745 | 1750 | 1750 |
| CS-BBB | Wheel Assy MLG | C20195160 | 1 | 32 | U | MLG Wheel #4 U/S. | 1317 | 1165 | 875 | 875 |
| | Wheel Assy MLG | C20195160 | 1 | 32 | U | Wheel #1 tire with wear. | | | | |
| | Transceiver-Radio Altimeter | 9599-607-14901 | 2 | 34 | U | Radio failed. | 4859 | 4628 | 3500 | 1750 |
| | Extinguisher-Fire | 892480 | 2 | 26 | S | PMA. | 368 | 342 | 1167 | 583 |
| CS-CCC | GCU- Generator Control Unit | 740120B | 4 | 24 | U | Swaps #1 GC1 with APU GCU. | 3189 | 2945 | 7000 | 1750 |
| | DADC-Digital Air Data Computer | 4045053-903 | 2 | 34 | U | DADC failed. | 2745 | 2591 | 3500 | 1750 |

Sendo a respectiva legenda a abaixo indicada:

| | |
|--|------------|
| | ETOPS |
| | RVSM |
| | CAT II/III |

Figura 4.4 - Legenda dos componentes afectos às operações especiais

Para efeitos de fiabilidade, apenas as remoções não planeadas interessam. A interpretação desta informação é feita da seguinte forma:

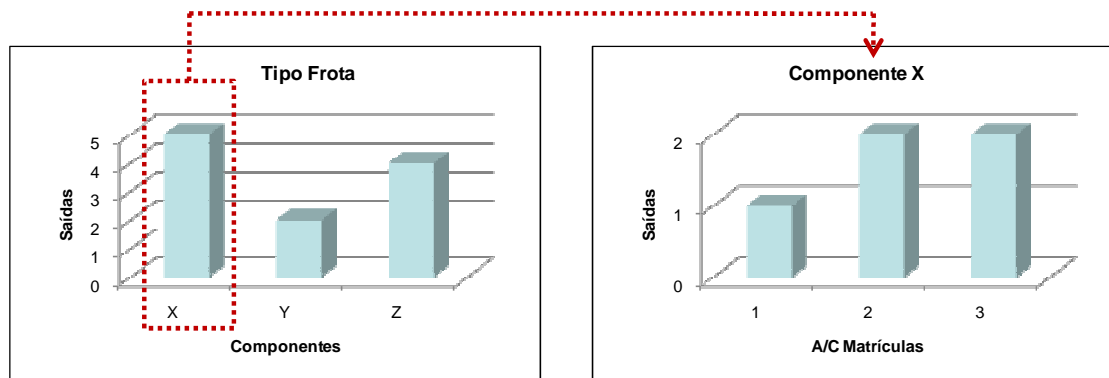


Figura 4.5 - Análise da saída excessiva de um componente

Quando um determinado componente sai em excesso de um dado tipo de frota, é importante analisar mais profundamente a origem dessas saídas, isto é, de qual aeronave propriamente dita estão a sair mais componentes. Dessa forma, podem-se eliminar à priori supostos problemas e fazer uma selecção de entre todas as possíveis origens do problema.

4.3.5. Remoção de motores/APU

A remoção de motores merece um capítulo próprio pois trata-se de uma operação muito importante e delicada. Mostra-se na seguinte tabela a informação relativa ao mês de Julho, respeitante a este tipo de operações.

Tabela 4.22 - Remoção de motor da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho

| | |
|-------------------------|---|
| Tipo A/C | AIRBUS MOD 1 |
| ATA | 72-00 |
| Tipo motor | CFM56 |
| SN OFF | XXXXXX |
| SN ON | YYYYYY |
| MSN | W0213 |
| Posição do motor | 2 |
| TSI | 2215 |
| CSI | 1132 |
| Remoção Planeada | Não |
| Data | 05/07/2009 |
| Descrição | Engine was removed for high egt. assy revealed. Heavy combustor distress from apparent nozzle burning problem. |

No mês de Julho verificou-se uma remoção de motor não planeada. O motor removido possuía 2215 horas e 1132 ciclos.

4.3.6. Relatório ETOPS

Este subcapítulo ETOPS do relatório, representa um foco especial à operação ETOPS, na medida em que devido à sua importância, é analisando individualmente. Apresentam-se nas tabelas seguintes, toda a informação recolhida sobre esta operação no mês de Julho.

Tabela 4.23 - Informação ETOPS da Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho

| | |
|-----------------------------------|-------------|
| Tipo A/C | MOD 1 |
| Nº de A/C a voar ETOPS | 3 |
| Tipo motor | CFM56 |
| Tempo de desvio autorizado | 180 Minutos |

Analisando a tabela anterior, verifica-se assim que todas as aeronaves do tipo MOD 1, são certificadas em voos ETOPS, com o mesmo tipo de motor, em que o tipo de certificação é de 180 minutos.

Tabela 4.24 - Voos ETOPS efectuados pela Frota AIRBUS MOD 1 no mês de Julho

| Data | MSN | Rota | Tempo |
|-------------|------------|-------------|--------------|
| 01-07-2009 | CS-AAA | MCT-TRV | 03:10 |
| 02-07-2009 | CS-AAA | CMB-KUL | 03:16 |
| 04-07-2009 | CS-BBB | JNB-MRU | 03:43 |
| 06-07-2009 | CS-CCC | JNB-FIH | 03:28 |
| 07-07-2009 | CS-CCC | CMB-MCT | 04:00 |

Na tabela anterior pode verificar-se as rotas e FH dos voos ETOPS. Este controlo é importante porque, caso se verifiquem muitos voos ETOPS, é preciso notar que:

- ✓ Os problemas de alguns sistemas/componentes podem ter acontecido em voos ETOPS;
- ✓ Neste caso, tem de ser executar um *cross-reference*, com os P/N ETOPS.

No entanto, é de salientar que a operação ETOPS é uma das operações especiais que requer mais atenção. Mesmo que os sistemas afectos a problemas não sejam específicos para certificação ETOPS, é importante notar que qualquer problema pode colocar a operação ETOPS em causa.

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES

O estudo da fiabilidade numa companhia aérea é, como se tem vindo a demonstrar ao longo deste trabalho, um processo dinâmico que recebe *inputs* de todo o sistema de aeronavegabilidade e gera *outputs* para toda a companhia aérea.

Ao longo deste estudo notou-se que a implementação de um programa de fiabilidade gerido pela própria companhia pode trazer benefícios em campos importantes, tais como:

- Desempenho das aeronaves (alterações no PMA, implementação de modificações, prevenção de ocorrências/acidentes/incidentes através da verificação atempada de um problema, etc.);
- Benefícios para a estratégia a seguir pela empresa quanto ao tipo de operação a realizar com as suas aeronaves (nalgumas empresas, em conjunto com outros sistemas de alerta que a empresa tem, pode até influenciar o tipo de frota a adquirir);
- Produz informações que podem ajudar nas decisões que as diversas Direcções têm de tomar – ajuda na interligação de processos entre essas Direcções;
- O estudo da fiabilidade é ainda uma das fontes de informação para o SMS (*Safety Management System*) da companhia.

É um facto que, devido à implementação do processo estar numa fase muito primária (ainda só foi produzido um relatório de fiabilidade até à data) torna-se evidente a impossibilidade de propor imediatamente alterações. O estudo de fiabilidade é algo que precisa do seu tempo próprio, para se tornar credível. Até ao final do presente ano, ir-se-á realizar na empresa a primeira discussão do GCF, pois nessa altura já terão passados 6 meses desde a produção do primeiro relatório e outros mais já terão de ser produzidos.

No entanto, e até certezas mais concretas, estes primeiros relatórios e os seus respectivos resultados não serão de forma nenhuma descurados e servirão como “mini-alertas” mensais do comportamento da frota.

É de salientar que o estudo da fiabilidade numa companhia aérea nunca está isolado. Tem sempre o apoio do fabricante da aeronave/motor que ao longo do tempo promove *workshops* e conferências de modo que as operadoras aéreas possam expor as suas dúvidas e trocarem informações entre si – a *White Airways* também participará nessas conferências futuramente, através do Responsável da Fiabilidade.

Relativamente ao estudo inicial na companhia, este foi deveras complexo. Não pela forma como a análise deve ser feita, mas sim na recolha de dados, devido à grande quantidade de dados e de fontes a serem consultadas. No entanto, e passada esta primeira fase de integração nos procedimentos aeronáuticos, este estudo revelou-se muito gratificante, pois não só permitiu o enriquecimento a nível de conhecimentos gerais, como ofereceu a oportunidade de contribuir para o início de uma actividade na empresa que até então estava subcontratada a outra empresa.

Apesar de até à data da apresentação deste trabalho, ter sido produzido apenas um relatório (o que é normal devido ao tempo que demorou a implementação do sistema), este já revelou todo o trabalho que está inerente à produção do mesmo (recolha de dados das aeronaves, as suas operações mensais, etc.).

A produção do manual foi igualmente gratificante, pois através deste foi possível consolidar todos os métodos que se foram delineando ao longo da implementação do sistema. Deste modo, não só fica definido e documentado o modo como se faz o estudo de fiabilidade da companhia aérea, como também é um modo expedito de qualquer colaborador saber como é realizada o estudo de fiabilidade na empresa. Este manual representa assim o grande primeiro passo para a implementação deste importante e obrigatório estudo na companhia e ainda a sua independência para com a empresa até então subcontratada.

Relembra-se uma vez mais, que este manual e as suas subseqüentes revisões têm sempre de ser aprovadas pelo INAC.

O próximo passo na *White Airways* será ministrar formação aos colaboradores do Departamento de Manutenção & Engenharia, sobre em que consiste a fiabilidade, qual a sua utilidade e o método usado pela companhia para o seu estudo.

Neste momento está também a ser implementado um *software* de gestão de manutenção – o AMASIS – e portanto, num futuro muito próximo, a gestão da continuidade da aeronavegabilidade será mais optimizada, facilitando também o fluxo de informação para o estudo de fiabilidade.

CAPÍTULO 6 – BIBLIOGRAFIA

- ❖ Academics, Inc, Aviation Supplies &. (2009). *FAR-AMT (Federal Aviation Regulations for Aviation Maintenance Technicians)*. Newcastle: Aviation Supplies & Academics, Inc.
- ❖ AIRBUS. (Outubro de 2001). *Flight Operations Support and Line Maintenance*. Obtido em 2 de Setembro de 2009, de Service Customer AIRBUS: <https://w3.airbus.com/airbusworld>.
- ❖ AIRBUS. (2009). Maintenance Cost and Reliability Control. *Fast Magazine* .
- ❖ AIRBUS. (3 de Setembro de 2009). *Maintenance Program Evolution*. Obtido em 15 de Setembro de 2009, de Airbus World: <https://w3.airbus.com/airbusworld>.
- ❖ AIRBUS, I. (19 de Julho de 2007). Service Information Letter (SIL) 00-057. France.
- ❖ Decreto-Lei N.º 289/2003. (14 de Novembro de 2003).
- ❖ EASA. (2009). *AMC 20-6 - Extended Range Operation with Two-Engine Aeroplanes ETOPS Certification and Operation*. Obtido em 20 de Agosto de 2009, de European Aviation Safety Agency: <http://www.easa.europa.eu>.
- ❖ EASA. (2003). *Appendix I to AMC M.A.302 and AMC M.B.301 (b)*. Obtido em 13 de Agosto de 2009, de EASA - European Aviation Safety Agency: www.easa.europa.eu.
- ❖ Europeia, C. (20 de Agosto de 2008). Regulamento CE. *Regulamento N.º 85/2008* .
- ❖ Florio, Filippo De (2006). *Airworthiness – An Introduction to Aircraft Certification*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- ❖ Galović, B., Marušić, Ž., & Pita, O. (2007). *Optimizing Maintenance Reliability Program for Small Fleets*. Zagreb, Croatia: Faculty of Traffic and Transport Engineering, Dept of Aeronautics, University of Zagreb.

- ❖ IATA. (Janeiro de 2009). Aircraft Movement Control - AHM 730.
- ❖ *Instituto Nacional de Aviação Civil*. (2009). Obtido em 21 de Agosto de 2009, de INAC: <http://www.inac.pt>.
- ❖ Kececioglu, D. (2002). *Reliability Engineering Handbook, Volume 1*. Lancaster, Pennsylvania: DEStech Publications book.
- ❖ Kinnison, H. A. (2004). *Aviation Maintenance Management*. USA: McGraw-Hill Companies, Inc.
- ❖ Kumar, D. (2000). *Reliability Maintenance and Logistic Support: a life cycle approach*. Kluwer Academic Publishers.
- ❖ O'Connor, P. D. (2003). *Practical Reliability Engineering*. WILEY.
- ❖ Pereira, Z. L., & Requeijo, J. G. (2008). *Qualidade: Planeamento e Controlo Estatístico de Processos*. Caparica: FCT - Fundação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa; Prefácio.

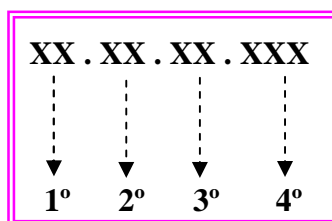
CAPÍTULO 7 – APÊNDICES

Apêndice A – ATA – Classificação dos Sistemas da Aeronave

Uma aeronave é um conjunto muito complexo de sistemas e subsistemas. Deste modo, os fabricantes agrupam os sistemas em conjuntos, e identificam-nos através de um formato pré-definido, designado por ATA 100. Assim, é possível identificar rapidamente qual o tipo de sistema em questão.

De um modo geral, os grupos de sistemas são divididos em 100 grupos, cada grupo dividido em subgrupos e cada subgrupo dividido em assuntos. Esta divisão permite encontrar de forma rápida qualquer capítulo equivalente a um sistema de aeronave, que utilize a norma ATA 100.

Apresenta-se abaixo o formato de apresentação de um número da norma ATA 100 e a forma de interpretação.



1º bloco: este bloco de números representa o grupo principal a que pertence o sistema.

Exemplos: **33** Iluminação;

35 Oxigénio;

36 Pneumático;

72 Motor;

74 Ignição.

2º bloco: este bloco representa o subgrupo a que pertence o sistema. Usando o exemplo do grupo 34 – Navegação:

34-11 Navegação – sensores;

3º bloco: este bloco representa o assunto dentro do subgrupo.

34-11-15 Navegação – sensores – *Pitot*;

4º bloco: este bloco representa o tipo de intervenção a ser efectuada.

34-11-15-000-001 Navegação – sensores – *Pitot* – Remoção e/ou instalação;

O presente estudo incide apenas sobre o primeiro bloco de números das ATA's. De modo genérico, as ATA's apresentam-se da seguinte forma:

| ATA | Sistema |
|-----|---------------------------------|
| 21 | Ar Condicionado |
| 22 | Piloto Automático |
| 23 | Comunicações |
| 24 | Energia Eléctrica |
| 25 | Equipamentos/Mobiliário |
| 26 | Protecção contra incêndios |
| 27 | Controlos de voo |
| 28 | Combustível |
| 29 | Energia Hidráulica |
| 30 | Protecção de gelo e chuva |
| 31 | Sistemas de indicação/registo |
| 32 | Trem de aterragem |
| 33 | Iluminação |
| 34 | Navegação |
| 35 | Oxigénio |
| 36 | Pneumático |
| 38 | Água/Resíduos |
| 45 | Sistema de Manutenção a bordo |
| 49 | Potência auxiliar de voo |
| 52 | Portas |
| 53 | Fuselagem |
| 54 | <i>Nacelles/Pylons</i> |
| 55 | Estabilizadores |
| 56 | Janelas |
| 57 | Asas |
| 71 | Potência |
| 72 | Motor |
| 73 | Combustível e Controlo de Motor |
| 74 | Ignição |
| 75 | Ar |
| 76 | <i>Engine Controls</i> |
| 77 | <i>Engine Indicating</i> |
| 78 | Escape |
| 79 | Óleo |
| 80 | <i>Starting</i> |

Ainda que esta nomenclatura seja universal, pode haver alguns fabricantes de aeronaves que definam a ATA de forma diferente.

Apêndice B – Manutenção de sistemas e componentes

Os componentes também têm um programa de manutenção ou vida limitada pré-definida pelo fabricante. A ter em conta:

| | Designação | |
|-------------------|-----------------------------|--|
| Sem periodicidade | <i>On-Condition</i> | |
| | <i>Condition Monitoring</i> | |
| Com periodicidade | <i>Life Limited Part</i> | |
| | <i>Hard-Time</i> | <i>OverHaul</i> ou Outras (<i>Partial Overhaul</i> , Inspecções, Remoção de sistemas) |

Overhaul

O *overhaul* é uma designação para Revisão Geral. Uma revisão geral consiste numa operação de manutenção programada que dada a sua extensão permitirá considerar que, após a sua execução, a unidade se encontra a zero horas, isto é, é reposto o seu potencial.

No decorrer de um *overhaul* a unidade é removida da aeronave sendo posteriormente enviada para a oficina, para ser totalmente desmontada e examinada, sendo posteriormente as diversas partes montadas, testadas e regeneradas. Os procedimentos de manutenção seguem as instruções do Manual de Manutenção da Aeronave (AMM) e do Manual de Manutenção de Componentes (CMM).

Exemplo: “OVH – 15.000FH” – Significa que a unidade deve ser removida da aeronave e ser submetida a um *overhaul* todas as 15.000 horas de voo do componente.

On-Condition

On-Condition é um tipo de programa de manutenção preventivo, isto é, é um processo preventivo de falhas, que requer que o componente seja periodicamente inspeccionado ou testado, para combater determinados padrões físicos (desgastes ou limites de deterioração) para se determinar se o componente é capaz de continuar a operar na aeronave.

Quando um componente chumba um teste de OC, o componente deve ser sujeito a um *overhaul* ou então, pelo menos, deve substituir-se a peças internas do componente que estão fora dos limites de funcionamento normal.

Tanto o *overhaul* como a reparação do componente devem garantir que o componente vai operar em correctas condições pelo menos até à próxima revisão OC.

Se o componente não puder sofrer um *overhaul* ou não puder ser reparado, ou se estas não garantirem uma correcta operação até à próxima revisão OC, então deverá ser retirado e abatido.

A manutenção OC deverá ser restrita aos componentes, equipamentos ou sistemas cuja avaliação da continuidade da aeronavegabilidade possa ser feita por medições, testes ou outras formas mensuráveis de avaliação.

Estes programas de manutenção devem ainda ser realizados dentro de tempos limites estabelecidos.

A avaliação da continuidade da aeronavegabilidade é uma avaliação quantitativa com tolerâncias específicas e/ou limites de desgaste que estão indicados nos manuais de manutenção.

A manutenção OC tem de medir e avaliar o desgaste e/ou deterioração do componente.

Hard-Time

Hard-Time é um tipo de manutenção em que os componentes das aeronaves sofrem uma substituição sempre que atingem o seu tempo de uso.

Este é um processo preventivo de falhas que requer que o item seja removido da aeronave e seja sujeito a um *overhaul*, ou a um *overhaul* parcial (restaurado), ou abatido, antes que exceda o intervalo pelo tempo definido. O intervalo HT pode ser definido pelo tempo de calendário, pelos intervalos das inspecções dos motores ou aeronave (mudanças de motores, *checks* “C”, etc.), por número de ciclos, por horas de voo, por *block hours*, por voos específicos como por exemplo travessias transatlânticas, ou em conjunto com outro tipo de manutenção (OC por exemplo).

Quando o HT é definido, o componente é removido da aeronave no tempo especificado, e seguidamente é sujeito a um *overhaul*, ou a uma restauração, ou ainda abatido, consoante o que for mais apropriado. Isto será efectuado antes do componente exceder esse tempo estabelecido. O *overhaul* e o restauro vão repor as condições do componente de tal forma que este vai conseguir assegurar um bom desempenho até à próxima remoção programada.

Idealmente, o HT seria aplicado a componentes que falham sempre às XX horas de operação. Estes componentes seriam substituídos no último dia da manutenção programada, aproveitando assim ao máximo o componente e este nunca avariava em serviço. O HT é também aplicado a componentes que têm um efeito directo na segurança e na degradação da Fiabilidade com a idade, mas é impossível realizar tarefas de manutenção para este tipo de condição. Assim, os componentes removidos não são elegíveis para CM devido ao problema da segurança.

Por exemplo, a inspecção estrutural, o *overhaul* do trem de aterragem e reposição dos componentes de vida limitada dos motores, são todos controlados por HT.

Frequentemente, as ligações mecânicas e actuadores, bombas hidráulicas e motores, motores eléctricos e geradores, e outros componentes semelhantes, que possuem um ciclo de desgaste, são também identificados como componentes HT.

Para os componentes que têm um período de desgaste definido, o HT é provavelmente o programa de manutenção mais económico. No entanto, estes itens também podem ser OC

ou CM, dependendo da operadora, desde que não sejam itens que ponham em causa a segurança da aeronave.

Condition Monitoring

Condition Monitoring é um programa de manutenção que é aplicado quando nem o programa HT nem o programa OC pode ser aplicado. O CM implica a monitorização da taxa de falhas, remoções, etc. dos componentes ou sistemas que não têm uma vida limitada ou que não tem um desgaste considerável (não consumíveis).

CM não é um programa de manutenção preventivo de falhas, como é o caso do HT e do OC. Não existem tarefas de manutenção apropriadas para avaliar a vida expectável de um componente CM e não existe nenhum requisito para substituir esse componente até falhar.

Estes componentes CM não podem ser controlados nem pelo tempo nem pela condição, pois não possuem tais atributos.

No entanto, os componentes CM operam até falhar e como tal, a sua substituição não é uma tarefa programada.

Como os componentes CM operam até falhar, então devem obedecer às seguintes condições:

1. Um componente CM não tem influência directa, na segurança da aeronave, quando falha;
2. Um componente CM não deve ter “funções ocultas”, isto é, uma avaria que não seja evidente para a tripulação, cuja avaria tenha um efeito adverso na segurança;
3. Um componente CM deve estar incluído no programa de CM ou no Programa de Fiabilidade; deve haver uma recolha de dados e respectiva análise para esses componentes para tentar perceber a origem das falhas.

Os componentes CM normalmente não têm nenhuma relação entre a sua idade e a Fiabilidade (isto é, não têm duração de vida expectável). Eles apresentam um padrão aleatório de falhas.

A mais apropriada aplicação do processo CM é para sistemas complexos, como os componentes aviónicos e electrónicos, e outros componentes/sistemas que não possuem um padrão de falhas previsível. Os componentes/sistemas que são alvo deste tipo de manutenção são aparelhos de navegação e comunicação, luzes, instrumentos, entre outros itens.

Life Limited Part (LLP)

É a designação atribuída aos componentes que possuem uma duração de uso limitada por tempo ou número de ciclos de funcionamento. Esta limitação é imposta por segurança e deve-se ao facto da resistência dos materiais se reduzir pelos efeitos da fadiga e fluência que são acumuláveis. Este efeito e esta medida de segurança incidem normalmente sobre aqueles componentes cujo funcionamento na aeronave ou motor os expõem em maior grau a esses esforços.

Encontram-se nesta situação, por exemplo, os veios dos motores, para os quais é estabelecido pelo fabricante um tempo limite de vida.

Exemplo: “LLP – 60M” – Significa que a unidade tem que ser retirada ao atingir os 60 meses.

Apêndice C – Acções de Manutenção

As acções de manutenção efectuadas nas aeronaves/motores/componentes podem provir de:

- Acções programadas (programa de manutenção da aeronave);
- Acções correctivas (anomalias que vão surgindo no dia-a-dia ou durante a manutenção programada).

Estas acções de manutenção podem ser realizadas em linha ou em base.

Manutenção de Linha

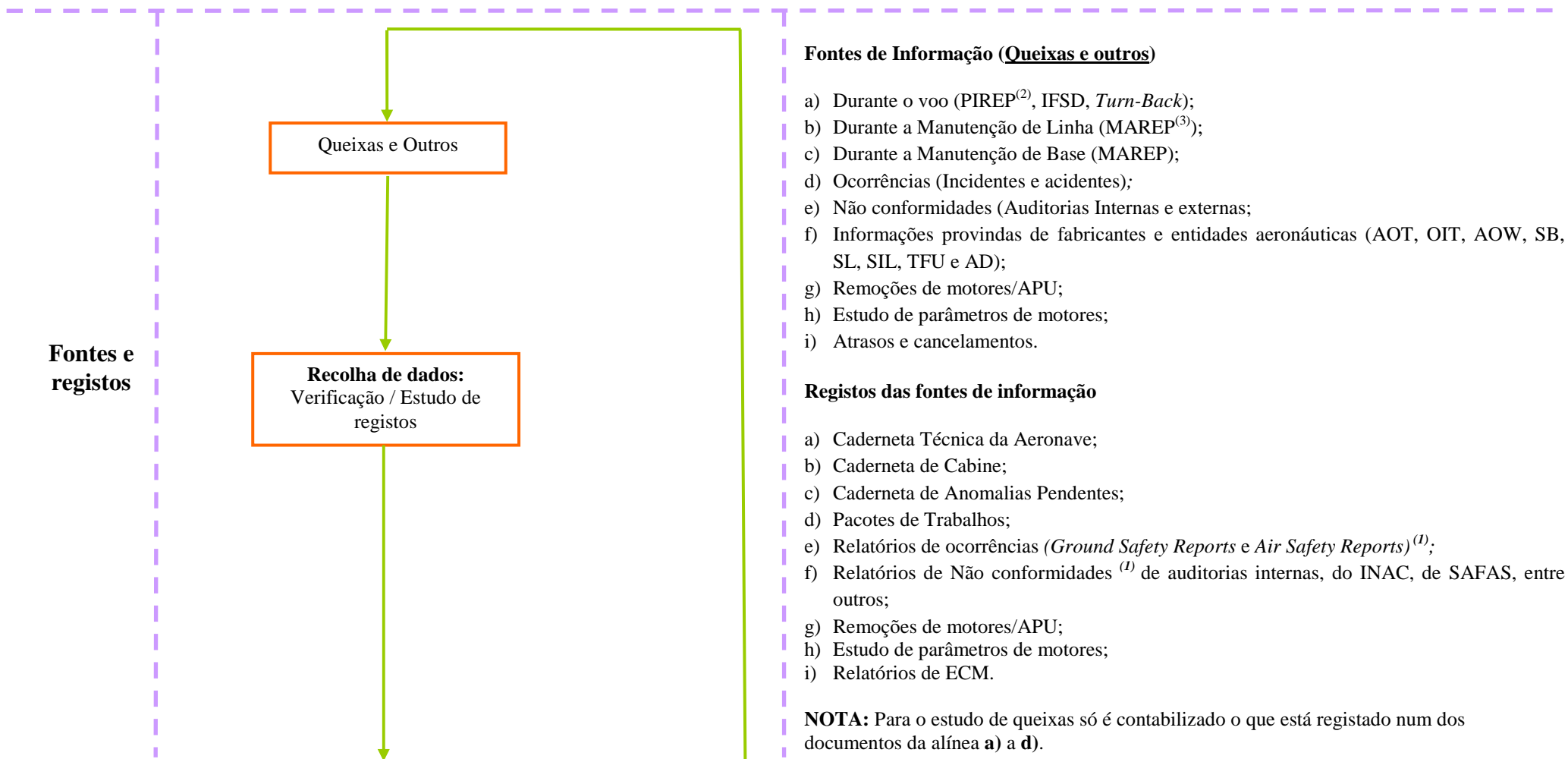
A manutenção de linha é toda e qualquer manutenção efectuada no dia-a-dia da aeronave. Esta manutenção pode ser correctiva (problemas que vão surgindo durante a operação do avião) ou preventiva (tarefas programadas que podem ser executáveis em linha).

Este tipo de manutenção não requer a paragem da aeronave por períodos longos de tempo.

Manutenção de Base

Considerada a “grande” manutenção da aeronave. São normalmente manutenções programadas ou reparações/modificações de dimensão considerável. Requer a entrada da aeronave/motor em hangar. Pode ou não implicar a paragem da aeronave por longos períodos de tempo.

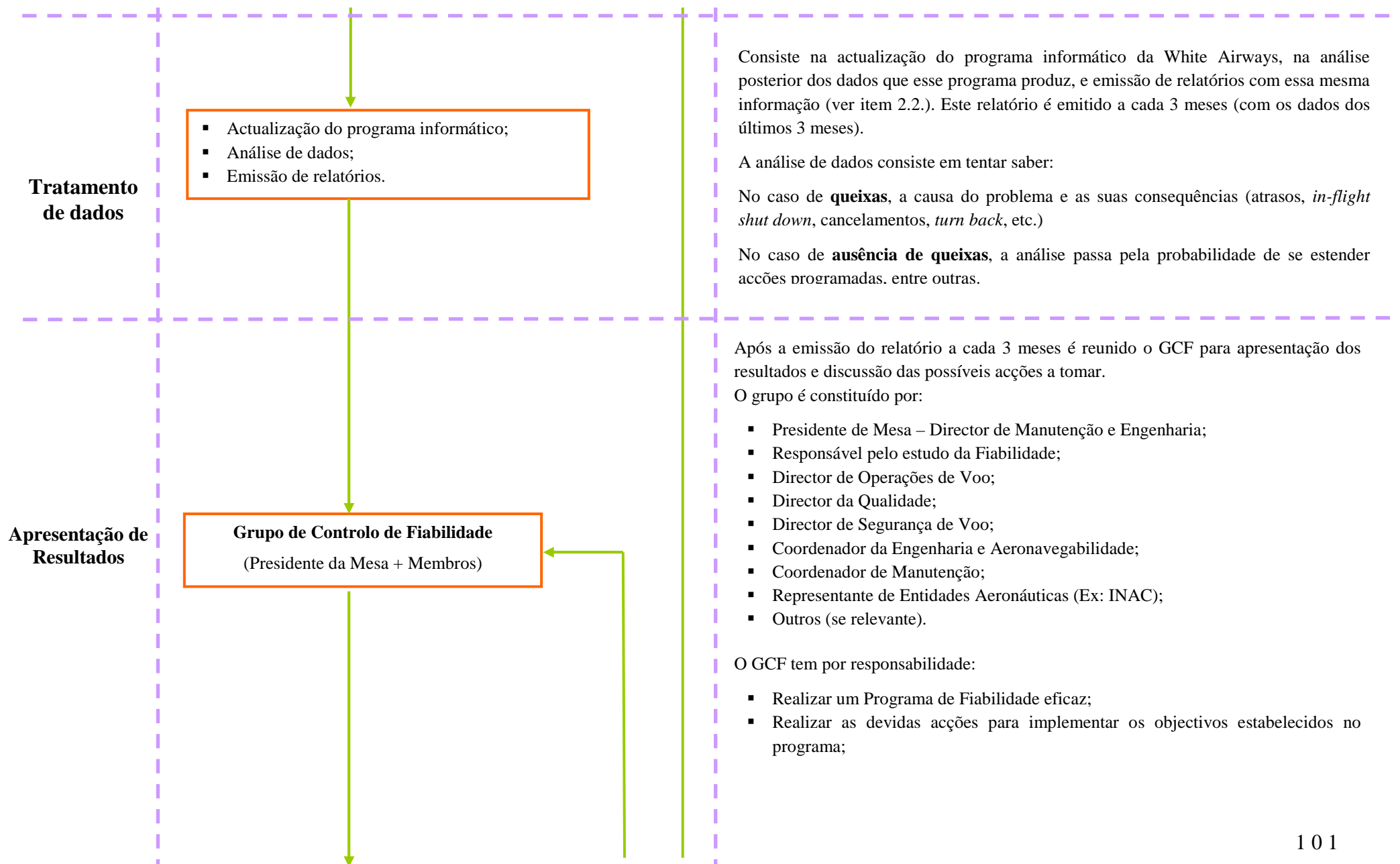
Apêndice D – Fluxograma do estudo de fiabilidade na *White Airways*

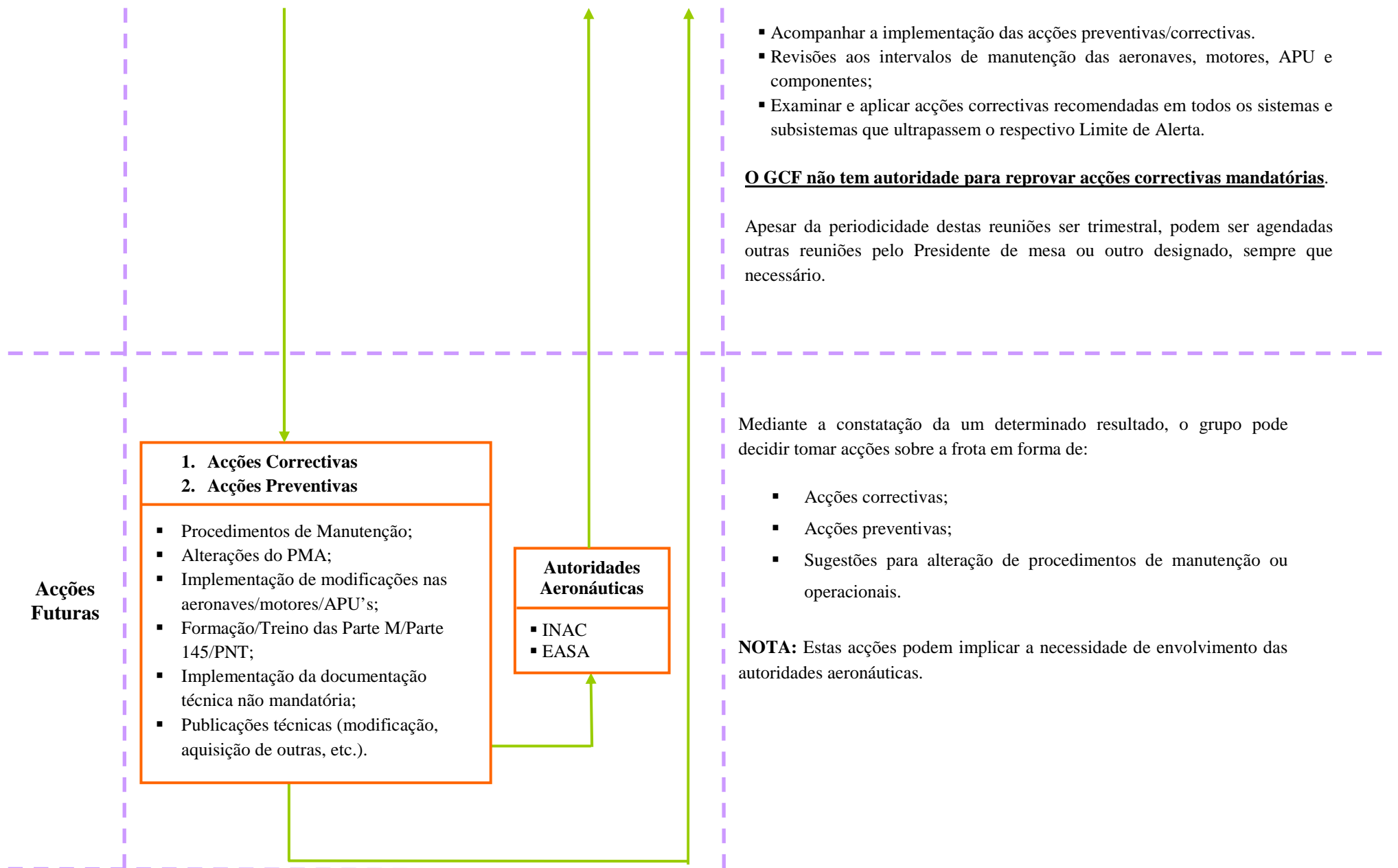


⁽¹⁾ Nestes relatórios apresenta-se os problemas mas, estes têm sempre de ser reportados nos registos das alíneas a), b), c) ou d);

⁽²⁾ Queixas reportadas pelos PNT;

⁽³⁾ Queixas reportadas pelo pessoal da Manutenção.





CAPÍTULO 8 – ANEXOS

- **Anexo I** – Notificação de alertas: formulário IP DME 039 implementado na *White Airways*;
- **Anexo II** – Manual de Fiabilidade implementado na *White Airways* (este encontra-se no CD em anexo).

Anexo I – IP DME 39

| 1. Identificação da Notificação | |
|---|--------------------------------------|
| 1.1. Número de série: XXXXX <i>Serial Number</i> | 1.2. Data: XX-XX-XXXX <i>Date</i> |
| 1.3. Destinatário (para realização do estudo de Engenharia): _____ <i>Receiver</i> | |

| 2. Identificação da Aeronave e/ou Componente | |
|---|--|
| 2.1. Tipo Aeronave: _____ <i>Aircraft type</i> | 2.2. Matrícula: _____ <i>Registration</i> |
| 2.3. Tipo de Componente: _____ <i>Component type</i> | 2.4. P/N: _____ 2.5. S/N: _____ |

| 3. Caracterização da Ocorrência | | |
|---|---|---|
| 3.1. Tipo de alerta: <i>Alert type</i> <input type="checkbox"/> PIREPIMAREP <input type="checkbox"/> Componentes <input type="checkbox"/> Interrupções Operacionais | 3.2. ATA <input type="text"/> | 3.3. Estado da notificação: <i>Notification state</i> <input type="checkbox"/> Aberto <input type="checkbox"/> Fechado |
| 3.4. Intervenientes <i>Speakers</i> _____ _____ _____ | 3.5. Fonte da ocorrência <i>Occurrence source</i> _____ _____ _____ | |
| 3.6. Descrição da notificação de alerta <i>Description</i> _____ _____ _____ _____ _____ | | |
| 3.7. Pré-análise estatística <i>Pre-statistical analysis</i> _____ _____ _____ _____ _____ | | |

3.8. Resumo da análise / Histórico das operações

Summary of the analysis / history of operations

| |
|--|
| |
| |
| |
| |

3.9. Outras informações relevantes

Other relevant information

| |
|--|
| |
| |
| |
| |

Anexo II – Manual de Fiabilidade da *White Airways*

(ver CD em anexo)